



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**“ANÁLISIS LUMINOTÉCNICO DE LABORATORIOS DEL BLOQUE B BAJO
CONCEPTUALIZACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ERGONOMÍA ÓPTICA
APLICADO AL CAMPO ESTUDIANTIL”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: DANIEL ALEXANDER BAUTISTA LUNA

TUTOR: Dr. JUAN CARLOS LATA, PhD.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2023

I

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Daniel Alexander Bautista Luna** con documento de identificación No. **0302953211**, manifiesto que:

Soy autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, diciembre del año 2023

Atentamente,



Daniel Alexander Bautista Luna

CI: 0302953211

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, **Daniel Alexander Bautista Luna** con documento de identificación No. **0302953211**, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: **“ANÁLISIS LUMINOTÉCNICO DE LABORATORIOS DEL BLOQUE B BAJO CONCEPTUALIZACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ERGONOMÍA ÓPTICA APLICADO AL CAMPO ESTUDIANTIL”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, diciembre del año 2023

Atentamente,



Daniel Alexander Bautista Luna

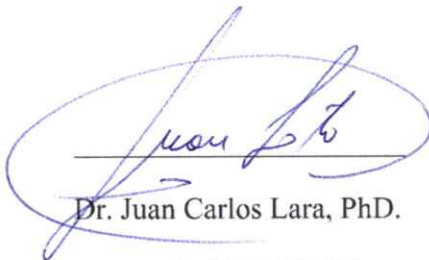
CI: 0302953211

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Dr. Juan Carlos Lata, PhD**, con documento de identificación No. **0301791893**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS LUMINOTÉCNICO DE LABORATORIOS DEL BLOQUE B BAJO CONCEPTUALIZACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ERGONOMÍA ÓPTICA APLICADO AL CAMPO ESTUDIANTIL”**, realizado por **Daniel Alexander Bautista Luna** con documento de identificación No. **0302953211**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyectos Técnicos que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, diciembre del año 2023

Atentamente,



Dr. Juan Carlos Lara, PhD.

CI: 0301791893

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres, esposa e hijos que me brindaron su apoyo incondicional, todos ellos suman la motivación necesaria para esforzarme y cumplir tan anhelada meta.

Daniel Alexander Bautista Luna

AGRADECIMIENTO

Agradezco la bendición de Dios primero por brindarme vida junto a la dicha de estar en una familia donde prevalece la unión y que siempre estuvo para mí cuando más los necesité, a mi esposa que me ha acompañado por este largo recorrido, por tenerme paciencia estar en las altas y bajas, por no dejarme caer más bien darme el impulso necesario para continuar; a mi madre y padre que pese a cualquier inconveniente que se presentará siempre estuvieron para darme la mano sin importar que tan difícil sea la situación nunca hubo un no de su parte más bien un adelante tu si puedes esfuérzate ya falta poco, a mis amistades que me brindaron la ayuda y apoyo para no flaquear en la ardua tarea de cumplir mi meta trazada, y en último pero no menos importante a mí por no dejarme vencer por las adversidades, continuar hacia adelante y esforzarme hasta que llegue el gran día de culminar una etapa más.

Daniel Alexander Bautista Luna

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza los diversos efectos luminotécnicos en una cierta cantidad de espacios físicos que son laboratorios y aulas de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campus Sur Centenario, Bloque B con las condiciones de conceptualización de eficiencia energética comparando los efectos de la iluminación instalada con respecto a la iluminación óptima mediante el software del DIALux EVO para lograr satisfacer la ergonomía óptica de los estudiantes, docentes y el personal de trabajo en general. Se realizó un levantamiento de información de la cantidad de Luz con el equipo Fotómetro LM-100 / LM-120 en los espacios físicos de dos tipos de escenarios los cuales son de día y de noche. Se presentan diversas simulaciones con los dos tipos de escenarios de las cinco aulas y tres laboratorios con el fin de determinar un análisis entre las luminarias actuales que son de tipo fluorescente con respecto a las luminarias óptimas que son del tipo LED, además se presenta un análisis económico para determinar qué tan factible sería migrar de luminarias fluorescentes a LED. Se presentan dos tipos de proyectos que son a mediana y gran escala con el software del DIALux EVO para identificar la ejecución de estos proyectos, además los costos económicos que conlleva a mantener este tipo de luminarias LED mediante los kWh generados por este tipo de luminarias. Y por último se presenta una guía práctica para que los estudiantes se animen a realizar este tipo de proyecto técnico dando un enfoque a otro escenario u otro bloque.

PALABRAS CLAVES:

Luminotécnicos, Conceptualización, Software, DIALux EVO, Fotómetro, Fluorescente y LED.

ABSTRACT

In the present work, the various lighting effects are analyzed in a certain number of physical spaces that are laboratories and classrooms of the Salesiana Polytechnic University, Guayaquil Headquarters, Campus Sur Centenario, Block B with the conditions of conceptualization of energy efficiency, comparing the effects of the installed lighting with respect to optimal lighting using the DIALux EVO software to satisfy the optical ergonomics of students, teachers and work staff in general. An information survey of the amount of Light was carried out with the LM-100 / LM-120 Photometer equipment in the physical spaces of two types of scenarios which are day and night. Various simulations are presented with the two types of scenarios of the five classrooms and three laboratories in order to determine an analysis between the current luminaires that are fluorescent type with respect to the optimal luminaires that are LED type, in addition an analysis is presented economic to determine how feasible it would be to migrate from fluorescent lighting to LED. Two types of projects are presented that are medium and large scale with the DIALux EVO software to identify the execution of these projects, as well as the economic costs that would entail maintaining this type of LED luminaires through the kWh generated by this type of luminaires. And finally, a practical guide is presented so that students are encouraged to carry out this type of technical project, focusing on another scenario or another block.

KEYWORDS:

Lighting, Conceptualization, Software, DIALux EVO, Photometer, Fluorescent and LED.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	I
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVES:	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS:	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO	VIII
ÍNDICE DE ECUACIONES	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE TABLAS	XXIII
GLOSARIO DE ACRÓNIMOS O ABREVIATURAS	XXVII
GLOSARIO DE SIMBOLOGÍA	XXIX
GLOSARIO DE UNIDADES	XXX
CAPÍTULO I	1
1. ESTUDIO PRELIMINAR	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1

1.2.	ANTECEDENTES.....	2
1.3.	PROBLEMA DE ESTUDIO.....	4
1.4.	JUSTIFICACIÓN.....	4
1.5.	DELIMITACIÓN.....	5
1.6.	BENEFICIARIOS.....	6
1.7.	OBJETIVOS.....	7
1.7.1.	Objetivo General.....	7
1.7.2.	Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO II.....		8
2.	ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO.....	8
2.1.	Estado del arte.....	8
2.2.	Marco Teórico.....	12
2.2.1.	Luminotecnía.....	12
2.2.2.	Luxómetro.....	12
2.2.3.	Iluminación LED.....	13
2.2.3.1.	Vida útil mayor en la iluminación LED.....	14
2.2.4.	Calidad de iluminación.....	14
2.2.5.	Luz para la visión.....	14
2.2.6.	Luz y confort lumínico.....	15
2.2.7.	Luz y salud.....	16
2.2.8.	Clasificación de la Luz.....	16
2.2.9.	Normas internacionales sobre iluminación.....	17
2.2.9.1.	Normativa Ecuatoriana de Construcción – NEC-2018.....	18
2.2.9.2.	Organismos relacionados en la iluminación.....	18
2.2.10.	Ahorro energético.....	19

2.2.11. Planificación de iluminación.....	20
2.2.12. Eficiencia Energética.	21
2.2.13. Software de DIALux EVO.....	21
CAPÍTULO III	23
3. METODOLOGÍA Y MATERIALES.	23
3.1. Metodología de la investigación.....	23
3.1.1. Análisis de la encuesta.	24
3.2. Levantamiento de Información.....	29
3.2.1. Levantamiento de información del día.	29
3.2.1.1. Espacio físico No. 1 aula B101 de día.....	30
3.2.1.2. Espacio físico No. 2 aula B102 de día.....	31
3.2.1.3. Espacio físico No. 3 aula B103 de día.....	33
3.2.1.4. Espacio físico No. 4 aula B106 de día.....	34
3.2.1.5. Espacio físico No. 5 aula B408 de día.....	36
3.2.1.6. Espacio físico No. 6 laboratorio B1 de día.....	37
3.2.1.7. Espacio físico No. 7 laboratorio B2 de día.....	39
3.2.1.8. Espacio físico No. 8 laboratorio B3 de día.....	40
3.2.2. Levantamiento de información de noche.....	42
3.2.2.1. Espacio físico No. 9 aula B101 de noche.....	42
3.2.2.2. Espacio físico No. 10 aula B102 de noche.....	43
3.2.2.3. Espacio físico No. 11 aula B103 de noche.....	45
3.2.2.4. Espacio físico No. 12 aula B106 de noche.....	46
3.2.2.5. Espacio físico No. 13 aula B408 de noche.....	48
3.2.2.6. Espacio físico No. 14 laboratorio B1 de noche.....	49
3.2.2.7. Espacio físico No. 15 laboratorio B2 de noche.....	51

3.2.2.8. Espacio físico No. 16 laboratorio B3 de noche.	52
3.3. Simulación en DIALux con el escenario de día.	54
3.3.1. Simulación de las luminarias actuales en los espacios físicos del bloque B con el escenario de día.	54
3.3.1.1. Simulación con las luminarias actuales del aula B101 de día.	54
3.3.1.2. Simulación con las luminarias actuales del aula B102 de día.	55
3.3.1.3. Simulación con las luminarias actuales del aula B103 de día.	56
3.3.1.4. Simulación con las luminarias actuales del aula B106 de día.	57
3.3.1.5. Simulación con las luminarias actuales del aula B408 de día.	58
3.3.1.6. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B1 de día.	59
3.3.1.7. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B2 de día.	60
3.3.1.8. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B3 de día.	61
3.3.2. Simulación de las luminarias óptimas LED en los espacios físicos del bloque B con el escenario de día.	62
3.3.2.1. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B101 de día.	62
3.3.2.2. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B102 de día.	63
3.3.2.3. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B103 de día.	64
3.3.2.4. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B106 de día.	65
3.3.2.5. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B408 de día.	66
3.3.2.6. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B1 de día.	67
3.3.2.7. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B2 de día.	68
3.3.2.8. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B3 de día.	69
3.3.3. Análisis entre luminarias actuales y óptimas LED con el escenario de día.	70
3.4. Simulación en DIALux con el escenario de noche.	71
3.4.1. Simulación de las luminarias actuales en los espacios físicos del bloque B con el escenario de noche.	71

3.4.1.1. Simulación con las luminarias actuales del aula B101 de noche.....	71
3.4.1.2. Simulación con las luminarias actuales del aula B102 de noche.....	72
3.4.1.3. Simulación con las luminarias actuales del aula B103 de noche.....	73
3.4.1.4. Simulación con las luminarias actuales del aula B106 de noche.....	74
3.4.1.5. Simulación con las luminarias actuales del aula B408 de noche.....	75
3.4.1.6. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B1 de noche.....	76
3.4.1.7. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B2 de noche.....	77
3.4.1.8. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B3 de noche.....	78
3.4.2. Simulación de las luminarias óptimas LED en los espacios físicos del bloque B con el escenario de noche.	79
3.4.2.1. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B101 de noche.	80
3.4.2.2. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B102 de noche.	81
3.4.2.3. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B103 de noche.	82
3.4.2.4. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B106 de noche.	83
3.4.2.5. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B408 de noche.	84
3.4.2.6. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B1 de noche.	85
3.4.2.7. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B2 de noche.	86
3.4.2.8. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B3 de noche.	87
3.4.3. Análisis entre luminarias actuales y óptimas LED con el escenario de noche. ...	88
3.5. Análisis Económico.....	89
3.5.1. Gastos con las luminarias fluorescentes.	89
3.5.1.1. Cálculos de los gastos por aula de las luminarias fluorescentes.....	89
3.5.1.2. Cálculos de los gastos por laboratorios de las luminarias fluorescentes.	90
3.5.1.3. Costo total de las luminarias fluorescentes.....	91
3.5.2. Gastos con las luminarias óptimas LED.	92

3.5.2.1.	Cálculos de los gastos por aula de las luminarias óptimas LED.	92
3.5.2.2.	Cálculos de los gastos por laboratorios de las luminarias óptimas del tipo LED....	93
3.5.2.3.	Costo total de las luminarias óptimas del tipo LED.	94
3.5.3.	Ahorro económico con respecto al cambio de fluorescente a LED.....	94
CAPÍTULO IV		96
4.	PROYECTOS LUMINOTÉCNICOS Y GUÍA PRÁCTICA.....	96
4.1.	Proyectos luminotécnicos con el software DIALux EVO.....	96
4.1.1.	Ejecución de proyectos a mediana escala.	98
4.1.2.	Costo económico en proyectos a mediana escala.	99
4.1.3.	Ejecución de proyectos a gran escala.....	100
4.1.4.	Costo económico en proyectos a gran escala.....	102
4.1.5.	Comparación económica en proyectos.	103
4.2.	Guía práctica con el software DIALux EVO.....	103
4.2.1.	Paso Número 1: Verificación de capacidad de la laptop a instalar el software.	103
4.2.2.	Paso Número 2: Buscar el software DIALux EVO.	103
4.2.3.	Paso Número 3: Descargar el software DIALux EVO.	104
4.2.4.	Paso Número 4: Ejecución del software DIALux EVO.	106
4.2.5.	Paso Número 5: Creación de un proyecto del software DIALux EVO.	108
4.2.6.	Paso Número 6: Importación de materiales en 3D formato 3DS (.3ds).	116
4.2.7.	Paso Número 7: Ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.....	121
4.2.8.	Paso Número 8: Resultados finales de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.....	122
CAPÍTULO V.....		125
5.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.	125

CAPÍTULO VI	126
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	126
6.1. CONCLUSIONES.....	126
6.2. RECOMENDACIONES.	127
6.2.1. Recomendaciones a los estudiantes.	127
6.2.2. Recomendaciones a la carrera de Ingeniería en Electricidad.....	127
6.2.3. Recomendaciones a la UPS – Sede GYE, Campus Sur Centenario.	127
CAPÍTULO VII.....	128
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	128
ANEXOS	133
1. Ficha Técnica del Fotómetro LM-100 / LM-120.	133
2. Mediciones de los escenarios de día y noche.	135
2.1. Mediciones en los exteriores del Bloque B de día.....	135
2.2. Mediciones en los espacios físicos del Bloque B de día.	136
2.3. Mediciones en los espacios físicos del Bloque B de noche.....	137
3. Fotografías del proceso del trabajo de titulación.	138
4. Ficha Técnica de las luminarias.	140
4.1. Luminarias Fluorescentes.	140
4.2. luminarias LED.....	141

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Potencia total del aula con las luminarias fluorescentes.....	89
Ecuación 2. Tiempo total del aula con las luminarias fluorescentes encendidas.	89
Ecuación 3. Energía total del aula emitidas por las luminarias fluorescentes.....	90
Ecuación 4. Costo total del aula emitidas por las luminarias fluorescentes.	90
Ecuación 5. Potencia total del laboratorio con las luminarias fluorescentes.....	90
Ecuación 6. Tiempo total del laboratorio con las luminarias fluorescentes encendidas.	91
Ecuación 7. Energía total del laboratorio emitidas por las luminarias fluorescentes.	91
Ecuación 8. Costo total del laboratorio emitidas por las luminarias fluorescentes.	91
Ecuación 9. Costo total de los ocho espacios físicos emitidos por las luminarias fluorescentes. .	91
Ecuación 10. Potencia total del aula con las luminarias óptimas LED.	92
Ecuación 11. Tiempo total del aula con las luminarias óptimas LED encendidas.	92
Ecuación 12. Energía total del aula emitidas por las luminarias óptimas LED.....	92
Ecuación 13. Costo total del aula emitidas por las luminarias óptimas LED.....	93
Ecuación 14. Potencia total del laboratorio con las luminarias óptimas LED.	93
Ecuación 15. Tiempo total del laboratorio con las luminarias óptimas LED encendidas.	93
Ecuación 16. Energía total del laboratorio emitidas por las luminarias óptimas LED.....	94
Ecuación 17. Costo total del laboratorio emitido por las luminarias óptimas LED.	94
Ecuación 18. Costo total de los ocho espacios físicos emitidos por las luminarias óptimas LED.	94
Ecuación 19. Ahorro económico con respecto al cambio de fluorescente a LED.....	94
Ecuación 20. Energía total de las 13 aulas con las luminarias óptimas LED, de la planta baja del bloque B.....	98
Ecuación 21. Costo total de las luminarias óptimas LED de la planta baja del bloque B.....	99
Ecuación 22. Energía total de las luminarias óptimas LED de todo el bloque B.....	100

Ecuación 23. Costo total de las luminarias óptimas LED de todo el bloque B.	102
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rayos solares influyendo en una flor.	1
Figura 2. Oficina laboral con un excelente juego de luces y sombras naturales.	2
Figura 3. Uso incorrecto de un aparato tecnológico en un ambiente oscuro.	3
Figura 4. Ubicación de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario, Bloque B.	5
Figura 5. Ubicación del proyecto técnico del sistema de iluminación LED de la Facultad Técnica de la UCSG.	8
Figura 6. Descripción de pisos y departamentos para la electrificación de un edificio residencial.	9
Figura 7. Iluminación del estadio “Valeriano Gavinnelli Bovio” con luminarias LED.	10
Figura 8. Topología de la Av. De los Cofanes en la parroquia Lumbaqui.	10
Figura 9. Iluminación del parque “Abdón Calderón” con las luminarias LED en el software DIALux EVO.	11
Figura 10. Aplicación de la luminotecnica en un espacio físico.	12
Figura 11. Luxómetro empleado en los proyectos luminotécnicos.	13
Figura 12. Tecnología LED en los nuevos focos empleados hoy en día.	13
Figura 13. Oficina laboral con una gran calidad de iluminación.	14
Figura 14. Luz para la visión del ser humano.	15
Figura 15. Espacio arquitectónico diseñado para obtener un confort visual.	15
Figura 16. Espacio físico alumbrado por la luz natural.	16
Figura 17. Rangos de valores de la clasificación de la luz.	17
Figura 18. Ahorro energético en el hogar.	20
Figura 19. Planificación de iluminación en un condominio.	20
Figura 20. Luminarias LED que consumen menos energía eléctrica.	21

Figura 21. Proyecto realizado con el software DIALux EVO.....	22
Figura 22. Resultados porcentuales de la primera pregunta de la encuesta.	25
Figura 23. Resultados porcentuales de la segunda pregunta de la encuesta.....	26
Figura 24. Resultados porcentuales de la tercera pregunta de la encuesta.	27
Figura 25. Resultados porcentuales de la cuarta pregunta de la encuesta.	28
Figura 26. Resultados porcentuales de la quinta pregunta de la encuesta.....	29
Figura 27. Diagrama del primer espacio físico aula B101 de día.....	31
Figura 28. Diagrama del segundo espacio físico aula B102 de día.....	32
Figura 29. Diagrama del tercer espacio físico aula B103 de día.	33
Figura 30. Diagrama del cuarto espacio físico aula B106 de día.	35
Figura 31. Diagrama del quinto espacio físico aula B408 de día.	36
Figura 32. Diagrama del sexto espacio físico laboratorio B1 de día.....	38
Figura 33. Diagrama del séptimo espacio físico laboratorio B2 de día.....	39
Figura 34. Diagrama del octavo espacio físico laboratorio B3 de día.....	41
Figura 35. Diagrama del noveno espacio físico aula B101 de noche.....	42
Figura 36. Diagrama del décimo espacio físico aula B102 de noche.....	44
Figura 37. Diagrama del décimo primer espacio físico aula B103 de noche.	45
Figura 38. Diagrama del décimo segundo espacio físico aula B106 de noche.	47
Figura 39. Diagrama del décimo tercer espacio físico aula B408 de noche.....	48
Figura 40. Diagrama del décimo cuarto espacio físico del laboratorio B1 de noche.	50
Figura 41. Diagrama del décimo quinto espacio físico del laboratorio B2 de noche.....	51
Figura 42. Diagrama del décimo sexto espacio físico del laboratorio B3 de noche.....	53
Figura 43. Simulación con las luminarias actuales del aula B101 de día.....	54
Figura 44. Simulación con las luminarias actuales del aula B102 de día.....	55
Figura 45. Simulación con las luminarias actuales del aula B103 de día.....	56

Figura 46. Simulación con las luminarias actuales del aula B106 de día.....	57
Figura 47. Simulación con las luminarias actuales del aula B408 de día.....	58
Figura 48. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B1 de día.....	59
Figura 49. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B2 de día.....	60
Figura 50. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B3 de día.....	61
Figura 51. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B101 de día.....	62
Figura 52. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B102 de día.....	63
Figura 53. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B103 de día.....	64
Figura 54. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B106 de día.....	65
Figura 55. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B408 de día.....	66
Figura 56. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B1 de día.....	67
Figura 57. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B2 de día.....	68
Figura 58. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B3 de día.....	69
Figura 59. Simulación con las luminarias actuales del aula B101 de noche.....	72
Figura 60. Simulación con las luminarias actuales del aula B102 de noche.....	73
Figura 61. Simulación con las luminarias actuales del aula B103 de noche.....	74
Figura 62. Simulación con las luminarias actuales del aula B106 de noche.....	75
Figura 63. Simulación con las luminarias actuales del aula B408 de noche.....	76
Figura 64. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B1 de noche.....	77
Figura 65. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B2 de noche.....	78
Figura 66. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B3 de noche.....	79
Figura 67. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B101 de noche.....	80
Figura 68. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B102 de noche.....	81
Figura 69. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B103 de noche.....	82
Figura 70. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B106 de noche.....	83

Figura 71. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B408 de noche.	84
Figura 72. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B1 de noche.....	85
Figura 73. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B2 de noche.....	86
Figura 74. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B3 de noche.....	87
Figura 75. Vista frontal del bloque B.	96
Figura 76. Vista lateral derecha del bloque B.	97
Figura 77. Vista lateral izquierda del bloque B.	97
Figura 78. Vista trasera del bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario.	98
Figura 79. Simulación con las luminarias óptimas LED de las 13 aulas de la planta baja del bloque B.....	99
Figura 80. Simulación con las luminarias óptimas LED de la planta nivel 1 del bloque B.	100
Figura 81. Simulación con las luminarias óptimas LED de la planta nivel 2 del bloque B.	101
Figura 82. Simulación con las luminarias óptimas LED de la planta nivel 3 del bloque B.	102
Figura 83. Información necesaria para la instalación correcta del software DIALux EVO.....	103
Figura 84. Información necesaria para la instalación correcta del software DIALux EVO.....	104
Figura 85. Página principal para la descarga del software DIALux EVO.	104
Figura 86. Descarga del paquete de instalación del software DIALux EVO.	105
Figura 87. Tiempo de la descarga del paquete de instalación del software DIALux EVO.....	105
Figura 88. Paquete de instalación del software DIALux EVO en la carpeta “Descargas”.	106
Figura 89. Se abre el software DIALux EVO dando doble clic en el ícono del software.....	106
Figura 90. Tiempo de espera para el arranque del software DIALux EVO.	107
Figura 91. Pantalla de inicio del software DIALux EVO.....	107
Figura 92. Pantalla principal del software DIALux EVO con diversas opciones.	108
Figura 93. Se escoge un nuevo proyecto ingresado en DIALux EVO.	108
Figura 94. Se dimensiona el proyecto existente ingresado en DIALux EVO.	109

Figura 95. Se carga el plano a dibujar en el proyecto existente ingresado en DIALux EVO.	109
Figura 96. Se espera unos minutos a que cargue el plano ingresado en DIALux EVO.	110
Figura 97. Se selecciona la escala en el plano ingresado en DIALux EVO.	110
Figura 98. Se selecciona “Dibujar nuevo edificio” ingresado en DIALux EVO.	111
Figura 99. Se posiciona la esquina izquierda ingresado en DIALux EVO.	111
Figura 100. Se posiciona la esquina central ingresado en DIALux EVO.	112
Figura 101. Se asigna la altura respectiva ingresado en DIALux EVO.	112
Figura 102. Se configura el plano con sus medidas del aula ingresado en DIALux EVO.	113
Figura 103. Se configuran las mediciones en metros del aula ingresado en DIALux EVO.	113
Figura 104. Mediciones en metros del aula ingresado en DIALux EVO.	114
Figura 105. Terreno definido en las aulas ingresado en DIALux EVO.	114
Figura 106. Cambios de vista en el menú de proyección en el software DIALux EVO.	115
Figura 107. Modificación de la altura en función del aula en el software DIALux EVO.	115
Figura 108. Puerta y ventanas agregadas del aula en el software DIALux EVO.	116
Figura 109. Conversión de formatos para los modelos 3D usados en el software DIALux EVO.	116
Figura 110. Modelos en 3D para ser usados en el software DIALux EVO.	117
Figura 111. Modelos en 3D para ser usados en el software DIALux EVO.	117
Figura 112. Se cargan los muebles y objetos en el software DIALux EVO.	118
Figura 113. Se añaden las texturas de los materiales en el software DIALux EVO.	118
Figura 114. “Plugin” para ser instalados en el software DIALux EVO.	119
Figura 115. “Disposición automática para las áreas en el software DIALux EVO.	119
Figura 116. Se selecciona el modelo de cielo si es con o sin luz en el software DIALux EVO.	120
Figura 117. Se selecciona el grupo de luminarias en el software DIALux EVO.	120
Figura 118. Se procede a realizar el cálculo en el software DIALux EVO.	120

Figura 119. Progreso del cálculo del grupo de luminarias en el software DIALux EVO.	121
Figura 120. Culminación de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.	121
Figura 121. Superficie generada con iluminación perpendicular luego de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.	122
Figura 122. Vista superior del resultado final de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.	122
Figura 123. Documentación principal de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.	123
Figura 124. Documento en PDF de los resultados de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.	123
Figura 125. Página inicial del archivo exportado en PDF del proyecto en el software DIALux EVO.	124
Figura 126. Verificación de resultados en el archivo PDF del proyecto en el software DIALux EVO.	124
Figura 127. Ficha Técnica del Fotómetro LM-100 / LM-120 Página 1 de 2.	133
Figura 128. Ficha Técnica del Fotómetro LM-100 / LM-120 Página 2 de 2.	134
Figura 129. Valor de la primera medición en el exterior del Bloque B de día.	135
Figura 130. Valor de la segunda medición en el exterior del Bloque B de día.	135
Figura 131. Valor de la tercera medición en el exterior del Bloque B de día.	135
Figura 132. Valor de una de las mediciones en el aula B408 de día.	136
Figura 133. Valor de una de las mediciones en el laboratorio B3 de día.	136
Figura 134. Valor de una de las mediciones en el aula B103 de noche.	137
Figura 135. Valor de una de las mediciones en el Laboratorio B1 de noche.	137
Figura 136. Medición de día en el Laboratorio B1 Esquina Izquierda.	138
Figura 137. Medición de día en el Laboratorio B1 Central.	138
Figura 138. Medición de día en el Laboratorio B2.	139

Figura 139. Medición de día en el Laboratorio B3.....	139
Figura 140. Ficha Técnica de la luminaria fluorescente lineal T8 de la marca PHILCO.....	140
Figura 141. Ficha Técnica de la lámpara LED de la marca SYLVANIA Página 1 de 3.	141
Figura 142. Ficha Técnica de la lámpara LED de la marca SYLVANIA Página 2 de 3.	142
Figura 143. Ficha Técnica de la lámpara LED de la marca SYLVANIA Página 3 de 3.	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Enfermedades más comunes por una mala iluminación en el trabajo.....	3
Tabla 2. Coordenadas de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario, Bloque B.	6
Tabla 3. Rangos de valores de la clasificación de la luz.	17
Tabla 4. Estándares Internacionales de la CIE.	18
Tabla 5. Niveles mínimos de iluminación.	18
Tabla 6. Organismos relacionados en la iluminación.	19
Tabla 7. Normativas ISO relacionados con la iluminación.	19
Tabla 8. Ventajas del software de DIALux EVO.	22
Tabla 9. Resultados de la primera pregunta de la encuesta.	24
Tabla 10. Resultados de la segunda pregunta de la encuesta.	25
Tabla 11. Resultados de la tercera pregunta de la encuesta.....	26
Tabla 12. Resultados de la cuarta pregunta de la encuesta.....	27
Tabla 13. Resultados de la quinta pregunta de la encuesta.	28
Tabla 14. Mediciones en el exterior del bloque B de día.	30
Tabla 15. Mediciones en el primer espacio físico aula B101 del bloque B de día.....	30
Tabla 16. Mediciones en el segundo espacio físico aula B102 del bloque B de día.	32
Tabla 17. Mediciones en el tercer espacio físico aula B103 del bloque B de día.	34
Tabla 18. Mediciones en el cuarto espacio físico aula B106 del Bloque B de día.....	35
Tabla 19. Mediciones en el quinto espacio físico aula B408 del Bloque B de día.....	37
Tabla 20. Mediciones en el sexto espacio físico laboratorio B1 del Bloque B de día.	38
Tabla 21. Mediciones en el séptimo espacio físico laboratorio B2 del Bloque B de día.	40
Tabla 22. Mediciones en el octavo espacio físico laboratorio B3 del Bloque B de día.	41
Tabla 23. Mediciones en el noveno espacio físico aula B101 del Bloque B de noche.	43
Tabla 24. Mediciones en el décimo espacio físico aula B102 del Bloque B de noche.	44

Tabla 25. Mediciones en el décimo primer espacio físico aula B103 del Bloque B de noche.....	46
Tabla 26. Mediciones en el décimo segundo espacio físico aula B106 del Bloque B de noche. ...	47
Tabla 27. Mediciones en el décimo tercer espacio físico aula B408 del Bloque B de noche.	49
Tabla 28. Mediciones en el décimo cuarto espacio físico del laboratorio B1 del Bloque B de noche.	50
Tabla 29. Mediciones en el décimo quinto espacio físico del laboratorio B2 del Bloque B de noche.	52
Tabla 30. Mediciones en el décimo sexto espacio físico del laboratorio B3 del Bloque B de noche.	53
Tabla 31. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del primer espacio físico aula B101 de día.....	55
Tabla 32. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del segundo espacio físico aula B102.....	56
Tabla 33. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del tercer espacio físico aula B103 de día.....	57
Tabla 34. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del cuarto espacio físico aula B106 de día.....	58
Tabla 35. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del quinto espacio físico aula B408 de día.....	59
Tabla 36. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del sexto espacio físico laboratorio B1 de día.	60
Tabla 37. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del séptimo espacio físico laboratorio B2 de día.	61
Tabla 38. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del octavo espacio físico laboratorio B3 de día.	62
Tabla 39. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del primer espacio físico aula B101 de día.	63

Tabla 40. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del segundo espacio físico aula B102 de día.	64
Tabla 41. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del tercer espacio físico aula B103 de día.	65
Tabla 42. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del cuarto espacio físico aula B106 de día.	66
Tabla 43. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del quinto espacio físico aula B408 de día.	67
Tabla 44. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del sexto espacio físico laboratorio B1 de día.	68
Tabla 45. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del séptimo espacio físico laboratorio B2 de día.	69
Tabla 46. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del octavo espacio físico laboratorio B3 de día.	70
Tabla 47. Mejoras porcentuales y por unidad de los ocho espacios físicos de las simulaciones con el escenario de día.....	70
Tabla 48. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del noveno espacio físico aula B101 de noche.	72
Tabla 49. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo espacio físico aula B102 de noche.	73
Tabla 50. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo primer espacio físico aula B103 de noche.....	74
Tabla 51. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo segundo espacio físico aula B106 de noche.....	75
Tabla 52. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo tercer espacio físico aula B408 de noche.....	76
Tabla 53. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo cuarto espacio físico del laboratorio B1 de noche.....	77

Tabla 54. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo quinto espacio físico del laboratorio B2 de noche.....	78
Tabla 55. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo sexto espacio físico del laboratorio B3 de noche.....	79
Tabla 56. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del noveno espacio físico aula B101 de noche.....	80
Tabla 57. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo espacio físico aula B102 de noche.....	81
Tabla 58. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo primer espacio físico aula B103 de noche.....	82
Tabla 59. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo segundo espacio físico aula B106 de noche.....	83
Tabla 60. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo tercer espacio físico aula B408 de noche.....	84
Tabla 61. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo cuarto espacio físico del laboratorio B1 de noche.....	85
Tabla 62. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo quinto espacio físico del laboratorio B2 de noche.....	86
Tabla 63. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo sexto espacio físico del laboratorio B3 de noche.....	87
Tabla 64. Mejoras porcentuales y por unidad de los ocho espacios físicos de las simulaciones con el escenario de noche.....	88

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS O ABREVIATURAS

3D:	Tercera dimensión o tres dimensiones.
Arq.:	Arquitecto(a).
ASHRAE:	Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.
Av.:	Avenida.
CIE:	Comisión Internacional de la Iluminación.
CIE 115-2010:	Alumbrado de carreteras para tráfico de vehículos y peatones.
CO ₂ :	Dióxido de carbono.
CTE:	Código Técnico de Edificación de España.
CUE	Cuenca.
DIALux EVO:	Software de diseño gráfico y modelado en 3D desarrollado y vendido por DIAL GmbH (Lüdenscheid, Alemania).
EN ISO 28803:	Ergonomía del entorno físico Aplicación de Normas Internacionales a personas con necesidades especiales.
FV:	Fotovoltaico(s).
GAD:	Gobiernos Autónomos Descentralizados.
GYE:	Guayaquil.
HPS:	Sodio de alta presión.
ICQO:	Instituto Clínico Quirúrgico de Oftalmología.
INSST	Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
ISO-14001:	Gestión Ambiental en donde se establecen los índices de kilogramos de CO ₂ equivalentes, expresado en kg CO ₂ -e/kWh.
ISO-45001:	Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, en donde se establecen los niveles adecuados de iluminación y confort visual.

ISO-50001:	Gestión de la Energía, en donde se establecen los índices de consumo de energía de la instalación expresada en kWh/m ² /año.
LED:	Diodo emisor de luz.
LEED:	Directiva en energía y diseño ambiental.
PB:	Planta Baja.
PT:	Proyecto técnico.
S:	Sur.
TT:	Trabajo de titulación
UCSG:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
UNE 72-153-85:	Niveles de iluminación para asignación a tareas visuales.
UNE 72-502-84:	Sistemas de iluminación para la clasificación general.
UNE-EN 12193:	Iluminación para instalaciones deportivas.
UNE-EN 12464-1:	Iluminación de lugares de trabajo en interiores.
UNE-EN 12464-2:	Iluminación de lugares de trabajo en exteriores.
UNE-EN 12665:	Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado.
UNE-EN 1838:	Iluminación para alumbrado de emergencia.
UPS:	Universidad Politécnica Salesiana.
USD:	Dólar(es) Estadounidense.
VS:	Versus.
W:	Oeste del meridiano de Greenwich.

GLOSARIO DE SIMBOLOGÍA

°:	Grado(s).
':	Minuto(s).
":	Segundo(s).
%:	Porcentaje(s).
®:	Marca Registrada.
©	Copyright.
#	Número(s).

GLOSARIO DE UNIDADES

e	Equivalente(s).
h	Hora(s).
kg	Kilogramo(s).
kWh	Kilovatio(s) por hora(s).
Lm	Lumen(es).
Lux	Iluminancia equivalente a Lm/m ² .
m ²	Metro(s) Cuadrado(s).
°K	Grado(s) Kelvin.

CAPÍTULO I

1. ESTUDIO PRELIMINAR.

1.1. INTRODUCCIÓN.

La luz es aquella forma de energía que permite visualizar objetos con el fin de determinar su forma, tamaño, textura y entre otros aspectos. La iluminación es fundamental en cualquier acción o espacio físico dado que es un acondicionamiento ergonómico que ayuda a realizar las diversas actividades que se proponen a realizar en un determinado tiempo.

La luz solar es importante para los seres vivos, tal como lo afirma el biólogo Sánchez J. [1], dado que menciona que el sol es fundamental para la vida en el planeta tierra para los animales, la flor y fauna, plantas y vegetales, además recalca que el sol es una fuente energética principal y su función principal es brindar, calor, luz y energía, y lo podemos observar en la figura 1 en la cual una flor recibe directamente los rayos solares.



Figura 1. Rayos solares influyendo en una flor.

Fuente: [1].

Hoy en día es vital y de suma importancia contar con una buena iluminación para rendir al máximo en cualquier actividad que se vaya a realizar, es por este motivo que se debe de plasmar un análisis y estudio ergonómico con el fin de obtener una conceptualización de eficiencia energética para que la iluminación sea utilizada de una manera correcta [2].

En la figura 2 se ilustra una oficina con un excelente juego de luces y sombras naturales en un ambiente laboral y cómo esto influye en la producción del personal.



Figura 2. Oficina laboral con un excelente juego de luces y sombras naturales.

Fuente: [2].

En los laboratorios de las carreras tecnológicas y de ingeniería que oferta la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), Sede Guayaquil (GYE), Campus Centenario, es importante realizar un estudio luminotécnico con el fin de satisfacer mediante un buen ambiente las clases pedagógicas, teóricas y prácticas que brindan los docentes profesionales en las diferentes materias a dictarse.

1.2. ANTECEDENTES.

Existen afectaciones físicas por el motivo de una iluminación inadecuada tal como se describe en [3], dado que mencionan que es de suma importancia contar con una buena iluminación para cuidar la vista del ojo humano ya que es un órgano fundamental para el bienestar diario, siempre es fundamental el cuidarse cuando se realizan actividades diarias como es leer, pasar en dispositivos electrónicos, televisión y entre otros, es por este motivo que se deberá contemplar visitar el oftalmólogo para cuida la visión.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de un incorrecto uso de la luz emitida por un aparato tecnológico, dado que en un ambiente oscuro recibir esta cantidad de iluminación puede ser perjudicial para la vista del ser humano.



Figura 3. Uso incorrecto de un aparato tecnológico en un ambiente oscuro.

Fuente: [3].

Tal como se mencionó en el párrafo anterior una incorrecta iluminación en un espacio físico puede llegar a ocasionar afectaciones, e inclusive puede llegar a ver enfermedades muy comunes por una mala iluminación, dado que puede ser por un ambiente oscuro o también muy iluminado, en la tabla 1 se detallan las enfermedades más comunes descritas por [4].

Tabla 1. Enfermedades más comunes por una mala iluminación en el trabajo.

Fuente: [4].

Enfermedad	Motivo
Fatiga visual por forzar la vista	La fatiga es a consecuencia de un exceso de trabajo en espacios donde se emplee el uso de la vista, además logra ocasionar enfermedades musculares.
Dolor de cabeza	Un dolor de cabeza puede llegar a ocasionarse por mantener la mirada fija en un objeto y no contar con una iluminación adecuada y periodos de reposo.
Estrés	El estrés también puede ser ocasionado por una mala salud ocular, dado que los ritmos circadianos se rigen a la luz, como por ejemplo seguir trabajando cuando el cuerpo humano pide descanso.
Accidentes en el trabajo	Pueden ser ocasionados por una mala conexión en las luminarias o un exceso de estas, y pueden llegar a ocasionar cortocircuitos o hasta un incendio.

El presente trabajo de titulación (TT) con modalidad de proyecto técnico (PT) se realizará un levantamiento de información para generar un informe técnico de la situación actual de la iluminación, llevando estos datos a un software con el fin de analizar la situación ideal, comparando con la iluminación instalada, teniendo como resultado las ventajas de una correcta iluminación tanto del punto de vista de salud como técnico en referencia al consumo energético.

1.3. PROBLEMA DE ESTUDIO.

El problema de estudio se basa en la implementación del software DIALux EVO que en español tiene el significado de diseño de iluminación profesional, dado que permite realizar algunas actividades como pueden ser, calcular, visualizar e inclusive planificar la iluminación de diversas zonas como pueden ser externas e internas en 3D. Una gran utilidad del software es que se puede realizar diseño de edificios con sus respectivas habitaciones, hasta lograr iluminar vías.

Con el levantamiento de información más la implementación del software DIALux EVO se obtendrá información técnica profesional que permita la comparación de la iluminación instalada con referente a lo que debería ser instalada.

Se adquiere la respectiva información y fundamentos esenciales, en la cual se emplea en el transcurso de la documentación, así como el análisis técnico, para entregar un soporte que ayude a la formación de los nuevos estudiantes de la carrera de ingeniería en electricidad.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

La UPS, Sede GYE, Campus Centenario posee varios laboratorios, lo cual permite a los estudiantes tener una formación teórica-práctica aún más eficiente.

La calidad de iluminación en los lugares mencionados debe de ser óptimo ya que, si se tiene exceso o menos se puede ocasionar que el estudiante o personal que se encuentren en este espacio se retire o no sienta un confort dentro de la instalación, ya que si se presencia una mala e incorrecta iluminación puede ocasionar algunas enfermedades descritas en el antecedente de este documento. Es por este motivo, que se debe de realizar un correcto y efectivo acondicionamiento de la iluminación para favorecer el confort tanto del docente catedrático como los estudiantes y así realizar las actividades o recibir

adecuadamente la clase durante las horas que estén asignadas en el espacio físico. Mediante levantamiento de información existente en el Bloque B llevados al software DIALux EVO donde se elaborará un informe luminotécnico donde se tendrá los puntos y valores necesarios para una óptima iluminación.

Esta implementación está enfocada para que los estudiantes y docentes aprovechen al máximo los avances tecnológicos y científicos en todas las áreas de laboratorios de ingeniería.

1.5. DELIMITACIÓN.

La ejecución del presente TT con modalidad de PT se realizará en el transcurso de 6 meses en el periodo de Mayo del 2023 a Octubre del 2023; desde la primera etapa mediante investigación, así como los diseños con sus respectivas pruebas, luego un análisis y posibles correcciones del diseño propuesto y una vez finalizada se procede a realizar la puesta en marcha del proyecto. El estudio está delimitado exclusivamente en la provincia del Guayas – Ecuador en la UPS, Sede GYE, Campus Centenario que se ubica en las calles Av. General Francisco Robles y calle Chambers en el Bloque B, tal como se detalla en la figura 4. Los espacios físicos por intervenir son las aulas; B101, B102, B103, B106, B408 y los laboratorios; B1, B2 y B3, cuyas mediciones se realizan en dos escenarios; de día y noche. Además, en la tabla 2 se describen las coordenadas de la ubicación del punto donde se desarrollará el TT con modalidad de PT.



Figura 4. Ubicación de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario, Bloque B.

Fuente: [5].

Tabla 2. Coordenadas de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario, Bloque B.

Fuente: [5].

Ubicación geográfica de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Bloque B, con sus coordenadas.		
PUNTOS	S	W
1	2°13'13.37"	79°53'13.38"
2	2°13'13.90"	79°53'13.50"
3	2°13'13.88"	79°53'10.69"
4	2°13'14.38"	79°53'10.80"

El TT con modalidad de PT técnico se basa en el análisis de los efectos de una iluminación deficiente sea en poca o en exceso, los valores reales se los compara con los valores ideales para una iluminación correcta por lo que se tomará en cuenta los argumentos teóricos y prácticos dictados en las asignaturas de circuitos eléctricos, instalaciones industriales, automatismo, comunicaciones, monitoreo y máquinas eléctricas, entre otras. Pará realizar el PT se demostrará que con una correcta iluminación VS a lo instalado, se puede obtener ambientes adecuados para un correcto estudio, y así demostrar un ahorro energético, dando paso a que exista un ahorro en consumo de luz.

1.6. BENEFICIARIOS.

Los principales beneficiarios potenciales de este TT con modalidad de PT son los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electricidad que lograrán utilizar la información y usar el software DIALux EVO para realizar proyectos luminotécnicos, los cuales enaltecen su formación profesional y académica.

Los magistrales de la carrera de Ingeniería en Electricidad los cuales lograrán complementar sus clases teóricas en forma más didáctica y práctica con la implementación del software DIALux EVO.

También al desarrollar este proyecto se contribuye con una guía práctica para el uso del software DIALux EVO.

1.7. OBJETIVOS.

1.7.1. Objetivo General.

Analizar los efectos luminotécnicos de los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campus Centenario Sur del Bloque B bajo la conceptualización de la eficiencia energética evaluando y comparando los efectos de la iluminación instalada con respecto a la eficiente con el fin de aplicar ergonomía óptica para el campo estudiantil.

1.7.2. Objetivos Específicos.

1. Investigar cada uno de los problemas como pueden ser; trastornos oculares, fatigas y efectos anímicos, que afectan a la calidad del confort visual ocasionadas por una iluminación deficiente en los laboratorios del Bloque B.
2. Realizar simulaciones con el software DIALux EVO los escenarios luminotécnicos actuales de los laboratorios del Bloque B con respecto a los escenarios luminotécnicos óptimos.
3. Aplicar la eficiencia energética en conjunto con la ergonomía óptica en las simulaciones de proyectos con el uso del software DIALux EVO.
4. Realizar una guía de práctica con el uso profesional del software DIALux EVO.

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO.

2.1. Estado del arte.

Para el desarrollo eficiente del TT con modalidad de PT se plasmó un estudio de la literatura con diferentes fuentes bibliográficas, entre ellas trabajos de titulación de grado de algunas universidades, con el fin de seleccionar información relevante de cómo resolvieron los proyectos los diferentes autores e investigadores.

A inicios del 2018 el autor Mora D. [6] realizó un análisis técnico en conjunto con el económico de la migración de un sistema de iluminación LED que son alimentados por paneles FV en los diversos salones de clase de la Facultad Técnica de la UCSG tal como se da a conocer en la figura 5, para ello se basaron de un levantamiento de carga lumínica actual y con ello propusieron el cambio a las luminarias del tipo LED con el fin de ejecutar el estudio financiero y establecer el periodo de amortización de la inversión del proyecto técnico.



Figura 5. Ubicación del proyecto técnico del sistema de iluminación LED de la Facultad Técnica de la UCSG.

Fuente: [6].

En el 2020 el autor Torres M. [7] realizó un bosquejo de iluminación eficaz y electrificación de un condominio residencial, tal como se indica en la figura 6, para ello se basó de una memoria teórica del diseño eléctrico en media y baja tensión empleando las normativas correspondientes, además investigó temas relacionados con el tema de iluminación tanto para exterior como interior, con el fin de iluminar un edificio que cuenta con 7 plantas residenciales, 18 plazas de aparcamiento, 27 plazas de parqueos y 8 áreas de circulación.

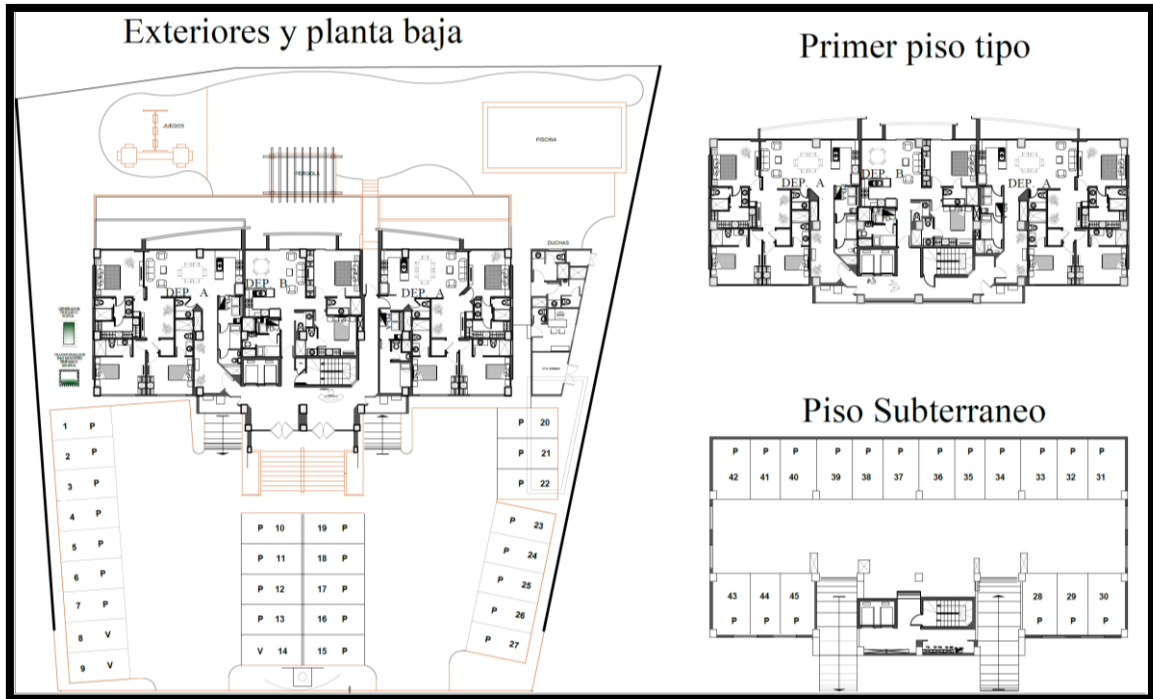


Figura 6. Descripción de pisos y departamentos para la electrificación de un edificio residencial.

Fuente: [7].

En el 2021 los autores Malagón et al. [8] realizaron un diseño de un procedimiento de iluminación para el estadio “Valeriano Gavinielli Bovio” que pertenece a la UPS, Sede CUE, tal como se presenta en la figura 7. Para ello emplearon tecnología LED con sistemas FV, para ello se basaron de un estudio que plantea al menos dos propuestas para realizar la iluminación LED, la primera ejecutando un cálculo luminotécnico con una simulación bajo la normativa española UNE-EN 12193, y la segunda es acerca del dimensionamiento de una central FV con conexionado a la red mediante un análisis técnico, así como también económico con el fin de factibilizar ambas propuestas.



Figura 7. Iluminación del estadio “Valeriano Gavinielli Bovio” con luminarias LED.

Fuente: [8].

Por otro lado, en el año 2022 el autor Gómez L. [9] realizó un procedimiento de alumbrado público intervenido basado en aplicar la tecnología LED para la Av. De los Cofanes en la parroquia Lumbaqui que pertenece al GAD Municipal del cantón Gonzalo Pizarro, tal como se observa en la figura 8, para ello se basó en el cambio de tecnología HPS por uno basado en LED para determinar un sistema adecuado de iluminación, dando resultados favorables consiguiendo un ahorro del 56% con respecto a la iluminación HPS, además con una duración de aproximadamente 50000 h. También se respaldó con el uso del software DIALux EVO donde ajustó parámetros luminotécnicos que son exigidos en normativas internacionales como es la CIE 115-2010.

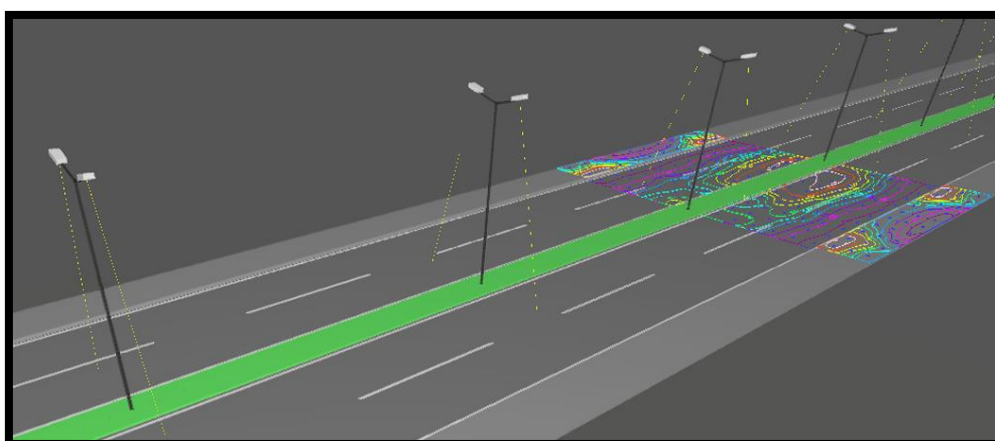


Figura 8. Topología de la Av. De los Cofanes en la parroquia Lumbaqui.

Fuente: [9].

En ese mismo año del 2022 los autores Cedillo et al. [10] realizaron un análisis de los sistemas de iluminación que son empleados en sitios recreativos, tal como se ilustra en la figura 9, en estas zonas se presencia actos delictivos en la ciudad de CUE – Ecuador, para ello emplearon un luxómetro y cinta métrica con el fin de obtener el levantamiento eléctrico y así comparar estos resultados con la norma de la CIE 140-2000 que es definida por la regulación ARCERNNR 006/20, y con ello plantear mejoras instalando tecnología LED y a su vez usar el software DIALux EVO para simular y visualizar los diseños de la nueva tecnología a emplearse.

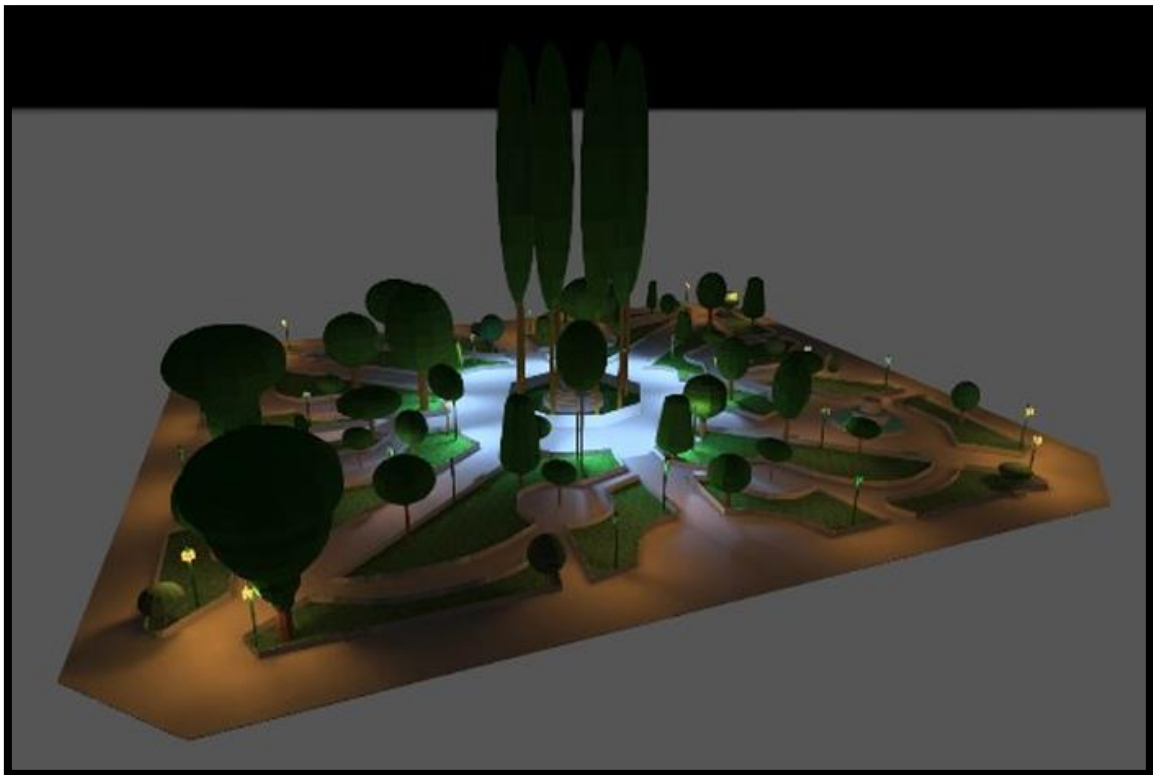


Figura 9. Iluminación del parque “Abdón Calderón” con las luminarias LED en el software DIALux EVO.

Fuente: [10].

2.2. Marco Teórico.

2.2.1. Luminotecnia.

De acuerdo con lo indicado en [11] la luminotecnia es aquella área que se encarga de estudiar las diferentes formas de emitir luz artificial, de controlarla y de aplicarla a diferentes zonas, en sí se trata de definir los niveles correctos de iluminación para un determinado espacio o superficie y es de suma importancia tener en consideración la cantidad de fuente de luz que van a recibir los objetos a iluminarse. En la figura 10 se muestra un ejemplo de cómo se aplica la luminotecnia en un espacio físico.



Figura 10. Aplicación de la luminotecnia en un espacio físico.

Fuente: [11].

2.2.2. Luxómetro.

De acuerdo con lo indicado en [12] el luxómetro es aquella herramienta que logra determinar las mejoras en las condiciones de iluminación dentro de un espacio físico interior, dado que una correcta distribución e intensidad de iluminación son elementos influyentes en la seguridad y en el rendimiento laboral, además es un instrumento de medición adecuado para realizar la medición el nivel de iluminación en un espacio determinado, dado que mientras más energía haya en el lugar, mayor será la energía

concentrada en el equipo. En la figura 11 se detalla un ejemplo de un luxómetro empleado en los proyectos luminotécnicos.



Figura 11. Luxómetro empleado en los proyectos luminotécnicos.

Fuente: [12].

2.2.3. Iluminación LED.

La iluminación LED cuenta con muchos beneficios, dado que cuida al medio ambiente y hoy en día está cada vez más presente en nuestro día a día como puede ser en un restaurante, oficina, domicilio y entre otros espacios físicos, dado que es una tecnología que tiene como función principal el ahorro energético y se lo puede verificar en los costes plasmados en las facturas de emisión de energía, además reduce una gran cantidad de CO₂ [13]. En la figura 12 se da a conocer un ejemplo de cómo se plasma la tecnología LED para los nuevos focos que son empleados hoy en día.



Figura 12. Tecnología LED en los nuevos focos empleados hoy en día.

Fuente: [13].

2.2.3.1. Vida útil mayor en la iluminación LED.

La tecnología LED presenta una vida útil más larga que las luminarias halógenas, estas horas pueden oscilar entre las 15000 a 50000 h, tentativamente hasta puede llegar a superar los 10 años [13].

2.2.4. Calidad de iluminación.

De acuerdo con lo indicado en [14] la calidad de la iluminación incluye una correcta distribución de brillo en un entorno de luz, debe ser estrictamente uniforme con respecto a la iluminación, el color de la luz, y así como la reproducción cromática, y entre otros aspectos, con el fin de obtener un ambiente cálido y eficiente para la realización de cualquier actividad. En la figura 13 se indica un ejemplo de una oficina que cuenta con una buena calidad de iluminación.



Figura 13. Oficina laboral con una gran calidad de iluminación.

Fuente: [14].

2.2.5. Luz para la visión.

Es de suma importancia una correcta luz para la visión, dado que para lograr observar lo que hay alrededor es preciso obtener una luz eficiente, el ojo del ser humano necesita de la luz para cumplir con las actividades o funciones que se proponga o sea asignado por otra persona, la luz ya sea natural o artificial llega a acceder al ojo a través de la córnea, dicha luz entra al interior del ojo y permite enfocar objetos en la parte trasera de la retina y eso hace que haya impulsos eléctricos por el nervio óptico que es enviada al cerebro [15]. En la figura 14 se presenta como la luz natural interfiere al ojo del ser humano y cómo este suceso permite visualizar los objetos que se hallan a su alrededor.



Figura 14. Luz para la visión del ser humano.

Fuente: [15].

2.2.6. Luz y confort lumínico.

De acuerdo con lo indicado por el Arq. Arauz [16] la luz y el confort son condiciones que logran cambiar de acuerdo con los gustos de cada ser humano, además abarca otros sentidos aparte de la vista como son el oído y el olfato, la calidad de la vista hacer que nuestro sentido de la vista esté conforme con respecto a los niveles de lúmenes que se presentan en un espacio o ambiente físico, además la luz se la reflexiona como una estrategia en el diseño arquitectónico y es por este motivo que se debe de plasmar un diseño para estimar la luz natural que ingrese a dicho espacio físico con el fin de obtener una iluminación adecuada y se evite un deslumbramiento. En la figura 15 se observa un espacio físico diseñado arquitectónicamente y es adecuado dado que maneja un gran confort visual y es un ambiente agradable para el ser humano.



Figura 15. Espacio arquitectónico diseñado para obtener un confort visual.

Fuente: [16].

2.2.7. Luz y salud.

De acuerdo con lo mencionado por la autora Heras M. [17] da a conocer de porque es esencial la luz natural para mejorar la salud y ser más productivo, dado que los seres vivos se rigen por un reloj biológico que funciona en perfecta sincronía, la luz es una gran herramienta que de ella depende el descanso o la realización de actividades cotidianas.

La luz natural es de suma importancia dado que los rayos del sol son responsables de regir lo que se conoce como ritmos circadianos y comprenden de cambios físicos, mentales y conductuales que ocurren durante las 24 h del día.

En la figura 16 se ilustra un espacio físico el cual es alumbrado por la luz natural y cómo esto ayuda en la salud del ser humano.



Figura 16. Espacio físico alumbrado por la luz natural.

Fuente: [17].

2.2.8. Clasificación de la Luz.

Tal como lo afirma el autor Palomares M. [18] la clasificación de la luz se puede determinar a simple vista eligiendo el mejor color de luz cuando iluminamos algún objeto o espacio físico, especialmente si se trata de zonas o lugares en los que se van a realizar las actividades correspondientes, existe una amplia escala de colores LED que principalmente se dividen en tres

rangos de valores que se miden en °K que se indican en la tabla 3, y a su vez en la figura 17 se muestra el escenario con los tres rangos de valores.

Tabla 3. Rangos de valores de la clasificación de la luz.

Fuente: [18].

Clasificación de la luz	Rango de valores en °K
Luz cálida.	2200 – 2700
Luz neutra.	4000 – 4500
Luz fría.	5000 – 65000

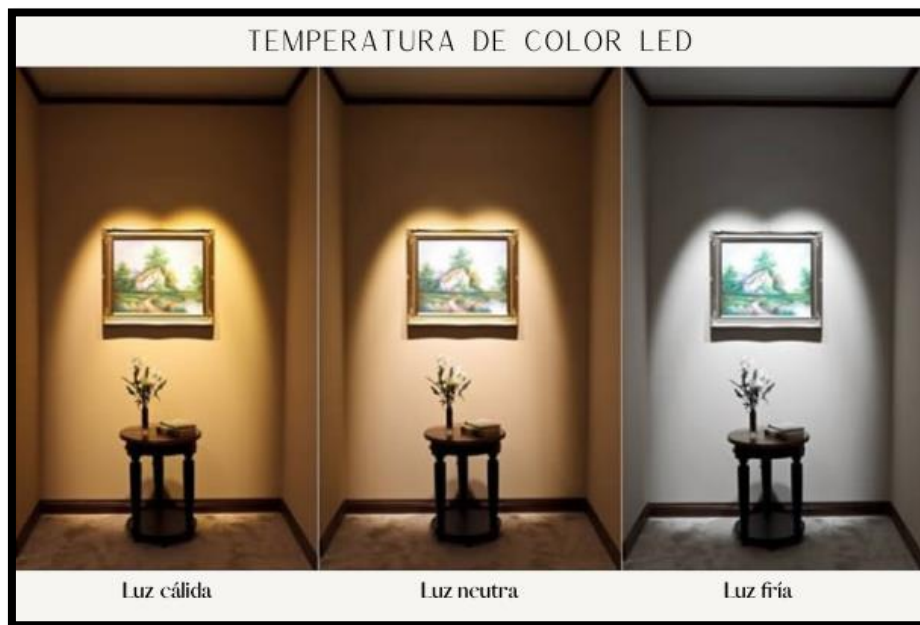


Figura 17. Rangos de valores de la clasificación de la luz.

Fuente: [18].

2.2.9. Normas internacionales sobre iluminación.

De acuerdo con lo expuesto en [19] es importante reconocer y efectuar las normativas internacionales en los diversos proyectos que se vayan a realizar cuando se emplea luminosidad, dado que esto ayuda a marcar una notable diferencia cuando se aplica. La CIE es la autoridad internacional en luz, iluminación color y espacios de color, manejan diversos aspectos y cursos con estándares que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Estándares Internacionales de la CIE.

Fuente: [19].

Estándar	Descripción
UNE –EN 12464-1: 2012.	Iluminación de lugares de trabajo en interiores.
UNE –EN 12464-2: 2008.	Iluminación de lugares de trabajo en exteriores.
UNE 72-502-84.	Sistemas de iluminación. Clasificación general.
UNE 72-153-85.	Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales.
UNE-EN 1838:2000.	Iluminación. Alumbrado de emergencia.
UNE-EN 12665:2012.	Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado.
EN ISO 28803:2012.	Ergonomía del entorno físico Aplicación de Normas Internacionales a personas con necesidades especiales.
UNE-EN 12193:1999.	Iluminación para Instalaciones Deportivas.

2.2.9.1. Normativa Ecuatoriana de Construcción – NEC-2018.

De acuerdo con la normativa ecuatoriana NEC-2018 [20], se establece que para áreas o salones educativos se deberá plasmar un valor mínimo de 300 Lux, y el valor recomendado para los salones de clases nocturnas se deberá plasmas un valor mínimo de 500 Lux, tal como se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Niveles mínimos de iluminación.

Fuente: [20].

Descripción	Mínimo (Lux)	Recomendado (Lux)	Óptimo (Lux)
Salones de estudio o trabajo	300	500	750

2.2.9.2. Organismos relacionados en la iluminación.

En conjunto con la CIE también existen organismos que relacionan los sistemas de iluminación con la eficiencia energética y estos se presentan en la tabla 6 [19].

Tabla 6. Organismos relacionados en la iluminación.

Fuente: [19].

Organismo	Descripción
CTE	Código Técnico de Edificación de España
ASHRAE	Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado
LEED	Directiva en energía y diseño ambiental

También se detallan diversas indicaciones relacionadas con la iluminación en las normas ISO, las cuales se dan a conocer en la tabla 7 [19].

Tabla 7. Normativas ISO relacionados con la iluminación.

Fuente: [19].

Organismo	Descripción
ISO-14001:	Gestión Ambiental en donde se establecen los índices de kilogramos de CO ₂ equivalentes, expresado en kg CO ₂ -e/kWh.
ISO-45001:	Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, en donde se establecen los niveles adecuados de iluminación y confort visual.
LEED	Gestión de la Energía, en donde se establecen los índices de consumo de energía de la instalación expresada en kWh/m ² /año.

2.2.10. Ahorro energético.

De acuerdo con lo indicado por el autor Westreicher G. [21] el ahorro energético puede ser comenzado desde pequeños hábitos que son realizados desde el hogar, por ejemplo, el desconectar aparatos electrónicos como televisores, ordenadores, lámparas y entre otros. El ahorro también deberá ser plasmado en las grandes empresas e industrias que pueden presenciar un ahorro bien elevado de energía, cuando no se emplee algún equipo o sector este desolado se podría desconectar y así obtener un gran ahorro energético. En la figura 18 se detalla un ejemplo de cómo realizar un ahorro energético en el hogar.



Figura 18. Ahorro energético en el hogar.

Fuente: [21].

2.2.11. Planificación de iluminación.

De acuerdo con lo descrito en [22] realizar una planificación de iluminación genera una gran estancia y confort para los seres humanos, dado que hay que tener en cuenta una correcta iluminación en espacios y dimensiones tanto los metros cuadrados como la altura del techo. Siempre se debe plasmar en un documento en físico o digital las diversas áreas o sitios donde sea necesaria la iluminación y diseñar un correcto sistema luminotécnico para establecer las normativas y alcances que se deban realizar. En la figura 19 se da a conocer cómo se realizó una planificación de iluminación en un condominio con diversas áreas.



Figura 19. Planificación de iluminación en un condominio.

Fuente: [22].

2.2.12. Eficiencia Energética.

La autora Roper S. [23] menciona que hoy en día la tecnología está presente en todo instante de la vida de cada ser humano que inclusive nos hemos vuelto dependiente de esta tecnología así como la demanda de energía eléctrica y esto ocasiona que se incrementen los valores en planillas de pagar de consumo energético, es ahí donde entra la eficiencia energética la cual es determinar los instantes donde se deje de consumir energía innecesariamente, así como también adquirir aparatos que consuman menos energía, es por este motivo que grandes industrias y hogares cuentan con una iluminación LED, así como otros electrodomésticos que consumen menos energía.

En la figura 20 se indica un ejemplo de luminarias LED que manejan un gran ahorro energético.



Figura 20. Luminarias LED que consumen menos energía eléctrica.

Fuente: [23].

2.2.13. Software de DIALux EVO.

El software de DIALux EVO es muy sofisticado dado que ayuda con el diseño de iluminación, es un software gratuito y profesional que se emplea a menudo para pequeños y grandes proyectos, dado que ayuda a planificar, calcular y visualizar los sistemas de iluminación en interiores y exteriores [24].

Además, cuenta con algunas ventajas que se detallan en la tabla 8.

Tabla 8. Ventajas del software de DIALux EVO.

Fuente: [24].

Ventaja	Descripción
Fácil de usar:	DIALux evo tiene una interfaz intuitiva y sencilla de manipular, lo que lo hace accesible para principiantes como para los profesionales.
Visualización en tiempo real:	Logra ver los proyectos de iluminación en tiempo real, lo que ayuda con la toma de decisiones y el ajuste de la iluminación.
Amplia gama de productos:	DIALux evo contempla una amplia gama de productos de iluminación y herramientas para elegir, lo que permite a los profesionales a crear proyectos detallados y realistas.
Calificación energética:	Logra evaluar y diferenciar opciones de iluminación en términos de eficiencia energética.
Gratis:	DIALux EVO es un software de diseño de iluminación gratuito, lo que lo hace accesible para muchos usuarios.
Colaboración:	Logra trabajar en equipo en un proyecto de iluminación, lo que facilita la comunicación y la toma de decisiones entre los miembros del equipo.

En la figura 21 se presenta el uso del software DIALux EVO en la ejecución de un proyecto a gran escala.

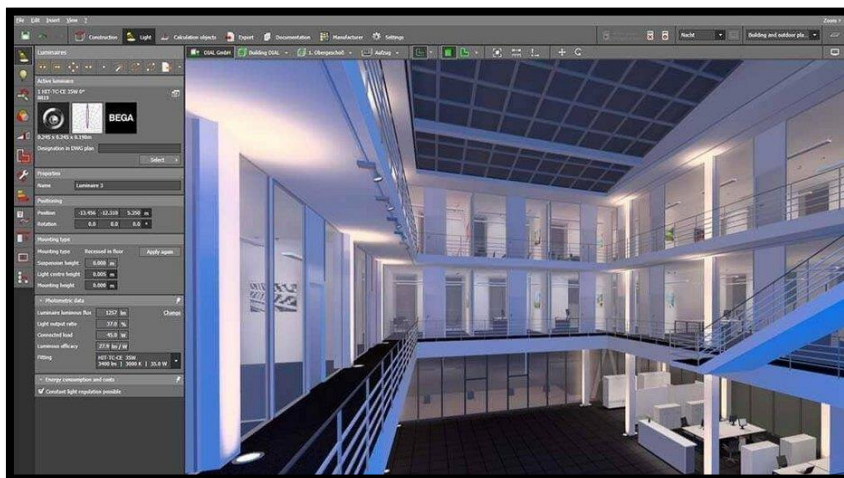


Figura 21. Proyecto realizado con el software DIALux EVO.

Fuente: [24].

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA Y MATERIALES.

3.1. Metodología de la investigación.

Para el desarrollo del TT con modalidad de PT se empleó el método de investigación sistemático mediante una recopilación de información mediante una encuesta, la cual estuvo dirigida para los estudiantes de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Sur, de la carrera de Ingeniería en Electricidad, ya que con esto permite conocer el comportamiento y opiniones que tienen los estudiantes con respecto a la iluminación de los laboratorios del Bloque B.

Se describieron las siguientes cinco preguntas:

1. ¿Usted considera que la iluminación es adecuada en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campus Sur, Bloque “B”?

Si

No

Regular

2. ¿Ha sentido algún efecto como trastornos oculares, fatigas, efectos anímicos o entre otros, debido a la iluminación que se emite en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campus Sur, Bloque “B”?

Si

No

De vez en cuando

3. ¿Usted considera que se deberían impartir clases prácticas con el fin de realizar un análisis comparativo con relación a la iluminación instalada versus la óptima, y realizar un análisis acerca de la ergonomía óptica?

Si

No

Talvez

4. ¿Considera usted que se debería impartir clases con el uso del programa de DIALux EVO con el fin de realizar proyectos luminotécnicos?

Si

No

Talvez

5. ¿Considera usted que es de suma importancia contar con una guía práctica profesional del programa DIALux EVO?

Si

No

Talvez

3.1.1. Análisis de la encuesta.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de las cinco preguntas a los catorce estudiantes encuestados.

En la tabla 9 se describen los resultados de la primera pregunta de los catorce estudiantes encuestados, y en la figura 22 se observa un diagrama circular con los porcentajes arrojados de la primera pregunta de la encuesta.

Tabla 9. Resultados de la primera pregunta de la encuesta.

Fuente: El autor.

PRIMERA PREGUNTA		
¿Usted considera que la iluminación es adecuada en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campus Sur, Bloque “B”?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
Si	8	57%
No	1	7%
Regular	5	36%
Total, Encuestados	14	100%

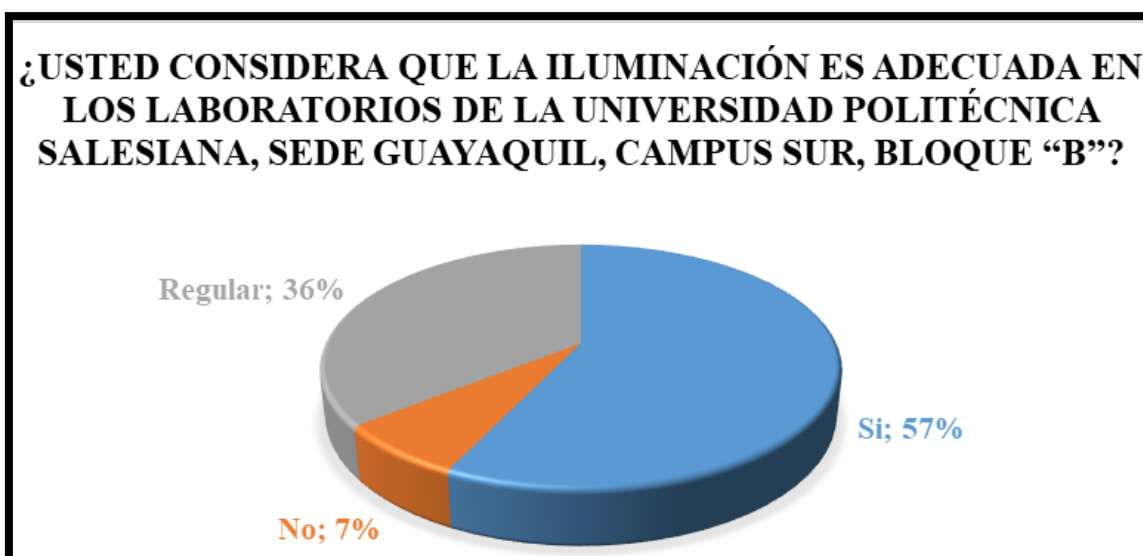


Figura 22. Resultados porcentuales de la primera pregunta de la encuesta.

Fuente: El autor.

En la tabla 10 se indican los resultados de la segunda pregunta de los catorce estudiantes encuestados, y en la figura 23 se ilustra un diagrama circular con los porcentajes arrojados de la segunda pregunta de la encuesta.

Tabla 10. Resultados de la segunda pregunta de la encuesta.

Fuente: El autor.

SEGUNDA PREGUNTA		
¿Ha sentido algún efecto como trastornos oculares, fatigas, efectos anímicos o entre otros, debido a la iluminación que se emite en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campus Sur, Bloque “B”?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
Si	4	29%
No	7	50%
De vez en cuando	3	21%
Total, Encuestados	14	100%



Figura 23. Resultados porcentuales de la segunda pregunta de la encuesta.

Fuente: El autor.

En la tabla 11 se muestran los resultados de la tercera pregunta de los catorce estudiantes encuestados, y en la figura 24 se da a conocer un diagrama circular con los porcentajes arrojados de la tercera pregunta de la encuesta.

Tabla 11. Resultados de la tercera pregunta de la encuesta.

Fuente: El autor.

TERCERA PREGUNTA		
¿Usted considera que se deberían impartir clases prácticas con el fin de realizar un análisis comparativo con relación a la iluminación instalada versus la óptima, y realizar un análisis acerca de la ergonomía óptica?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
Si	13	93%
No	0	0%
Talvez	1	7%
Total, Encuestados	14	100%

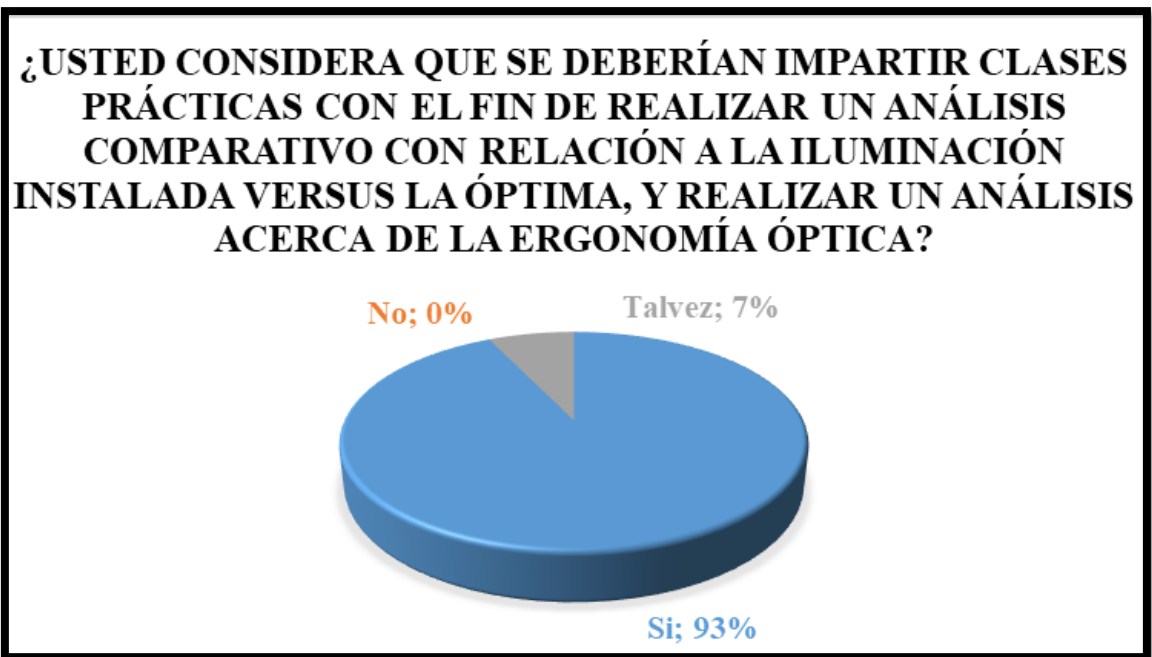


Figura 24. Resultados porcentuales de la tercera pregunta de la encuesta.

Fuente: El autor.

En la tabla 12 se presentan los resultados de la cuarta pregunta de los catorce estudiantes encuestados, y en la figura 25 se detalla un diagrama circular con los porcentajes arrojados de la cuarta pregunta de la encuesta.

Tabla 12. Resultados de la cuarta pregunta de la encuesta.

Fuente: El autor.

CUARTA PREGUNTA		
¿Considera usted que se debería impartir clases con el uso del programa de DIALux EVO con el fin de realizar proyectos luminotécnicos?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
Si	12	86%
No	1	7%
Talvez	1	7%
Total, Encuestados	14	100%

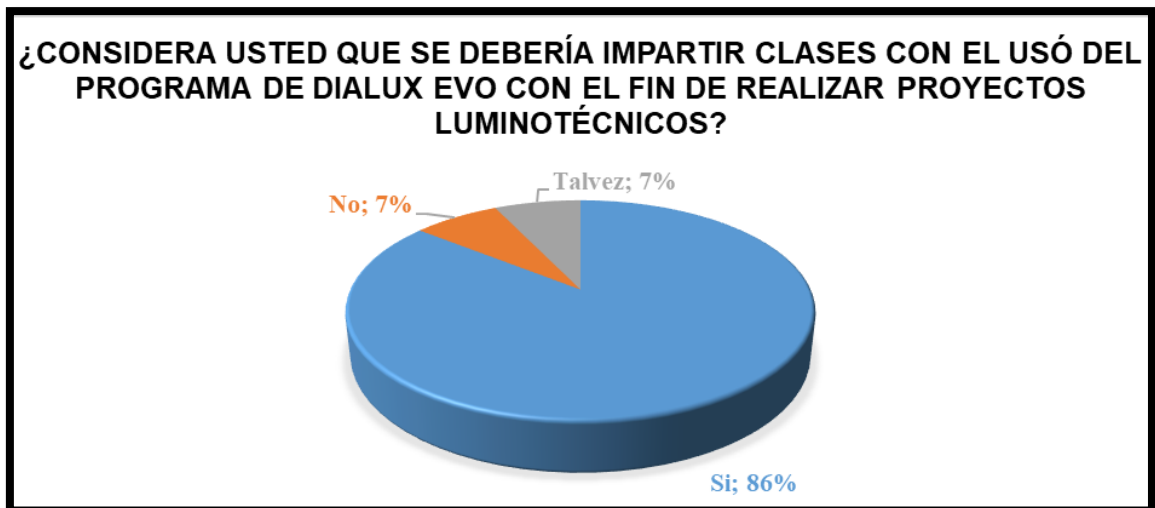


Figura 25. Resultados porcentuales de la cuarta pregunta de la encuesta.

Fuente: El autor.

En la tabla 13 se da a conocer los resultados de la quinta pregunta de los catorce estudiantes encuestados, y en la figura 26 se muestra un diagrama circular con los porcentajes arrojados de la quinta pregunta de la encuesta.

Tabla 13. Resultados de la quinta pregunta de la encuesta.

Fuente: El autor.

QUINTA PREGUNTA		
¿Considera usted que es de suma importancia contar con una guía práctica profesional del programa DIALux EVO?	Cantidad Numérica	Cantidad en Porcentaje
Si	10	71%
No	0	0%
Talvez	0	0%
Total, Encuestados	10	71%

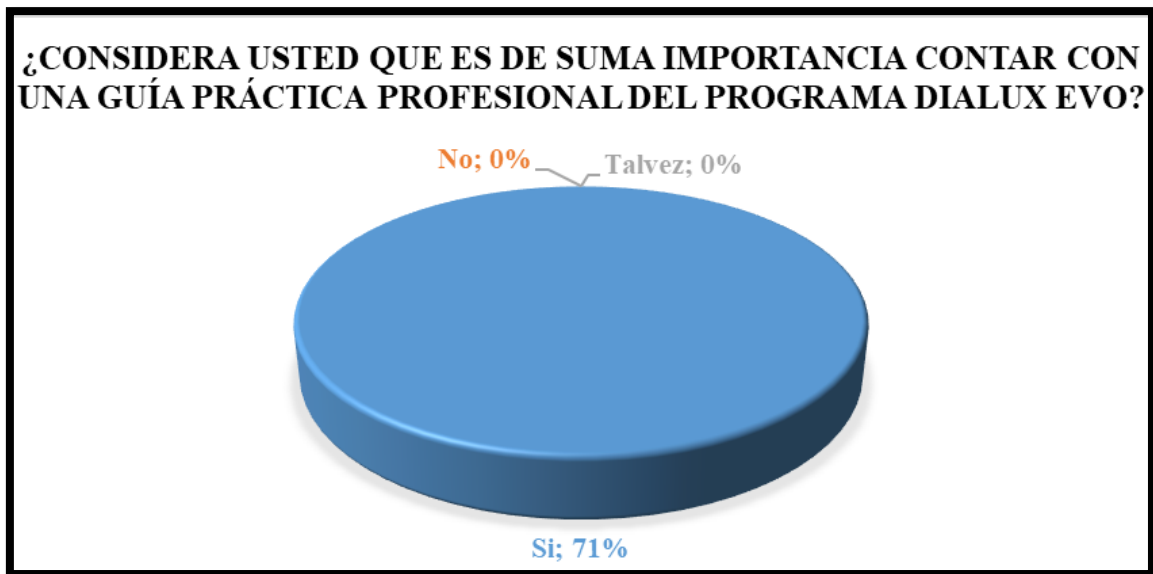


Figura 26. Resultados porcentuales de la quinta pregunta de la encuesta.

Fuente: El autor.

Con los resultados obtenidos de las cinco preguntas a los catorce estudiantes encuestados con los análisis porcentuales de las tablas de cada pregunta, definitivamente se establece la necesidad realizar un estudio luminotécnico, así como prácticas y una guía para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electricidad tengan mayor abanico de conocimientos acerca de la luminotecnica, así como el uso del software DIALux EVO, cabe indicar que el escenario a estudiar son los laboratorios del Bloque “B” de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Sur.

3.2. Levantamiento de Información.

En esta sección se detalla el levantamiento de información mediante diversas mediciones con el equipo fotómetro LM-100 / LM-120 [25], cuya unidad de medida es el Lux, y la ficha técnica se la detalla en el Anexo 1. Las mediciones fueron para dos escenarios los cuales son de día y de noche, de los ocho espacios físicos, entre ellos; cinco aulas y los tres laboratorios de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Sur del Bloque B.

3.2.1. Levantamiento de información del día.

Para esta sección se realizaron tres mediciones en horas del día para verificar cuánto sería la iluminación captada por el equipo de medición y estos valores se los describe en la tabla 14.

Tabla 14. Mediciones en el exterior del bloque B de día.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Promedio (Lux)
1588	1606	1710	1634.666667

3.2.1.1. Espacio físico No. 1 aula B101 de día.

El aula B101 situada en la planta baja del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el primer espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo indica en la figura 27, cabe mencionar que este espacio físico corresponde al escenario de día.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo detalla en la tabla 15, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 15. Mediciones en el primer espacio físico aula B101 del bloque B de día.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
117.0667	140.5333	165.2	73.46667	110.2667	121.306674

El promedio en Lux de la tabla 15 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

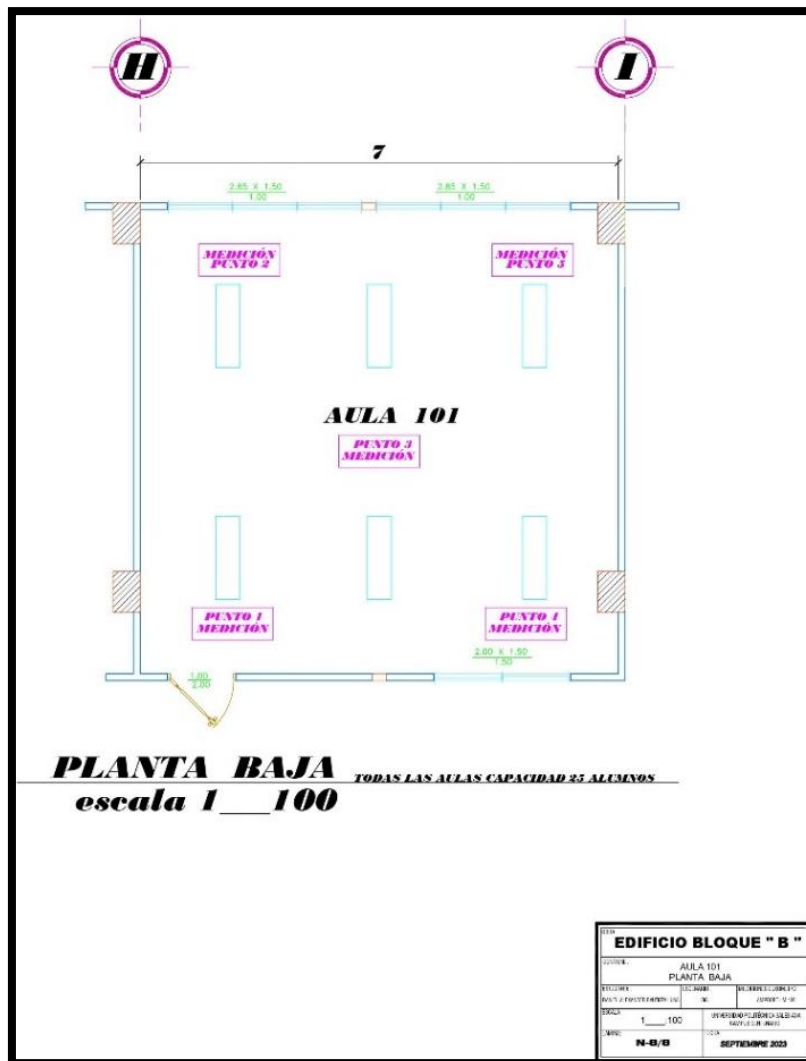


Figura 27. Diagrama del primer espacio físico aula B101 de día.

Fuente: El autor.

3.2.1.2. Espacio físico No. 2 aula B102 de día.

El aula B102 situada en la planta baja del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el segundo espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo presenta en la figura 28, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de día.

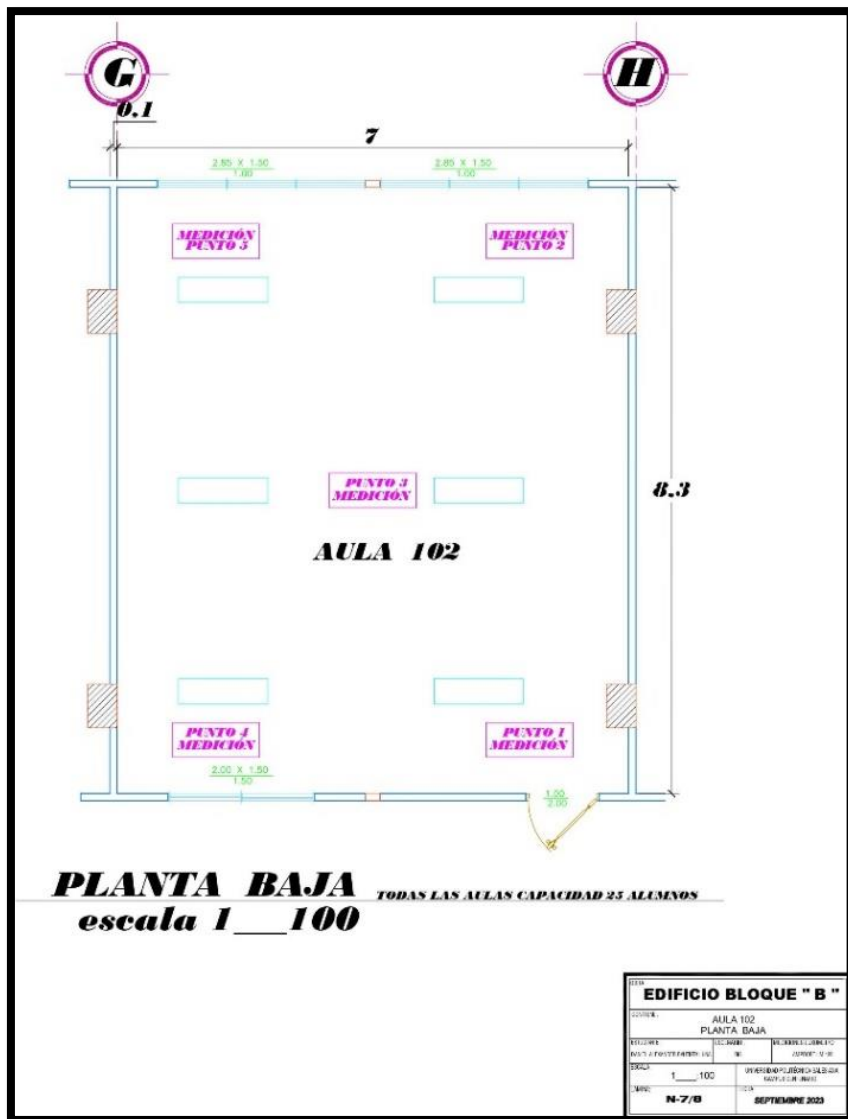


Figura 28. Diagrama del segundo espacio físico aula B102 de día.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo indica en la tabla 16, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 16. Mediciones en el segundo espacio físico aula B102 del bloque B de día.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
165.4667	183.8667	183.3333	197.2	184.5333	182.88

El promedio en Lux de la tabla 16 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.1.3. Espacio físico No. 3 aula B103 de día.

El aula B103 situada en la planta baja del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el tercer espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo observa en la figura 29, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de día.

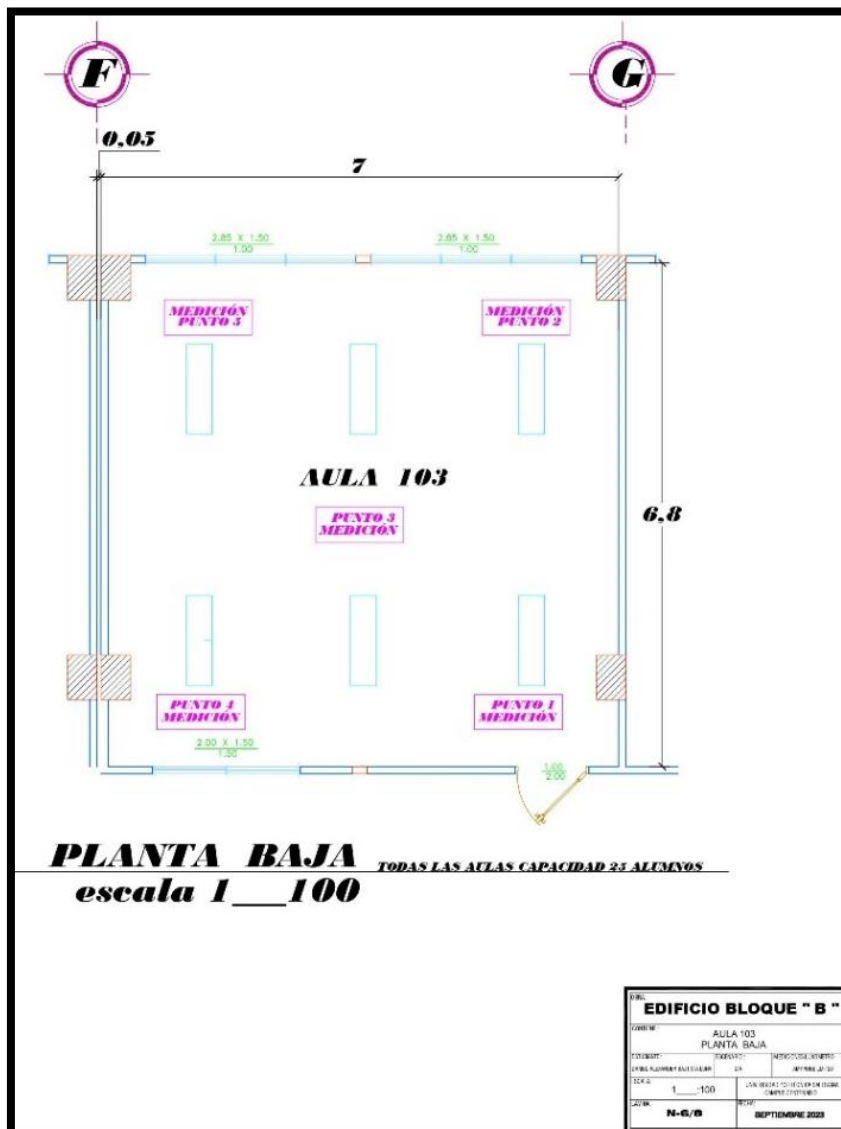


Figura 29. Diagrama del tercer espacio físico aula B103 de día.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo muestra en la tabla 17, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 17. Mediciones en el tercer espacio físico aula B103 del bloque B de día.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
192.6667	208.1333	195.6	108.9333	156.5333	172.37332

El promedio en Lux de la tabla 17 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.1.4. Espacio físico No. 4 aula B106 de día.

El aula B106 situada en la planta baja del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el cuarto espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo ilustra en la figura 30, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de día.

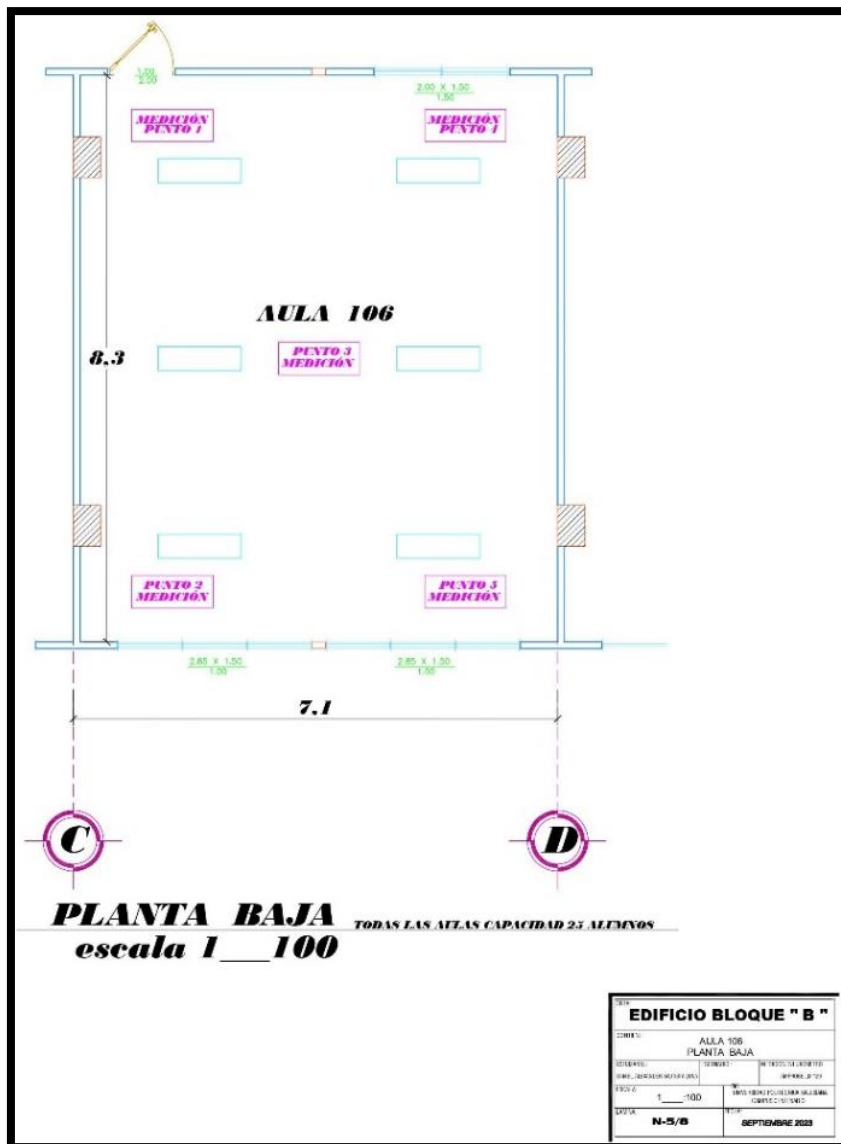


Figura 30. Diagrama del cuarto espacio físico aula B106 de día.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se presenta en la tabla 18, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 18. Mediciones en el cuarto espacio físico aula B106 del Bloque B de día.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
154.9333	225.0667	192.5333	112	106.4	158.18666

El promedio en Lux de la tabla 18 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.1.5. Espacio físico No. 5 aula B408 de día.

El aula B408 situada en el tercer piso del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el quinto espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo muestra en la figura 31, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de día.

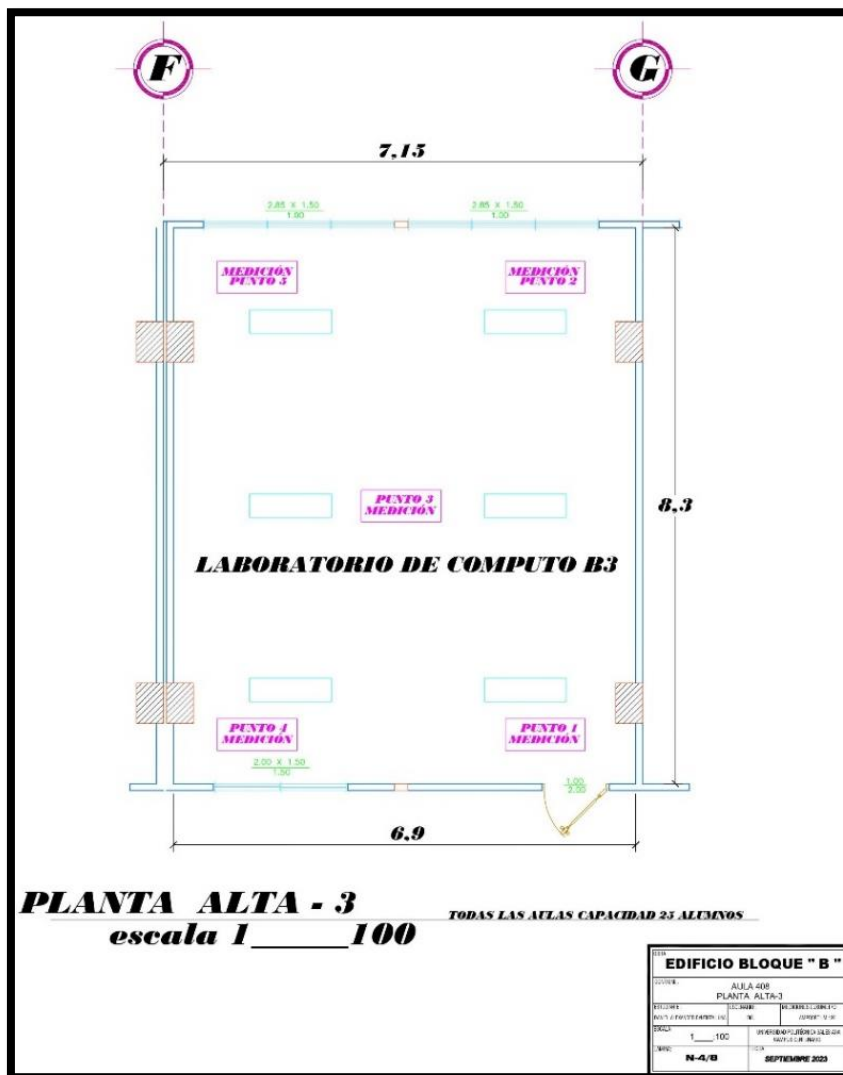


Figura 31. Diagrama del quinto espacio físico aula B408 de día.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo da a conocer en la tabla 19, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 19. Mediciones en el quinto espacio físico aula B408 del Bloque B de día.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
243	129.9	273	274	58.2	195.62

El promedio en Lux de la tabla 19 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.1.6. Espacio físico No. 6 laboratorio B1 de día.

El laboratorio B1 situado en el tercer piso del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el sexto espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo detalla en la figura 32, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de día.

El promedio en Lux de la tabla 20 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.1.7. Espacio físico No. 7 laboratorio B2 de día.

El laboratorio B2 situado en el tercer piso del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el séptimo espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo da a conocer en la figura 33, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de día.

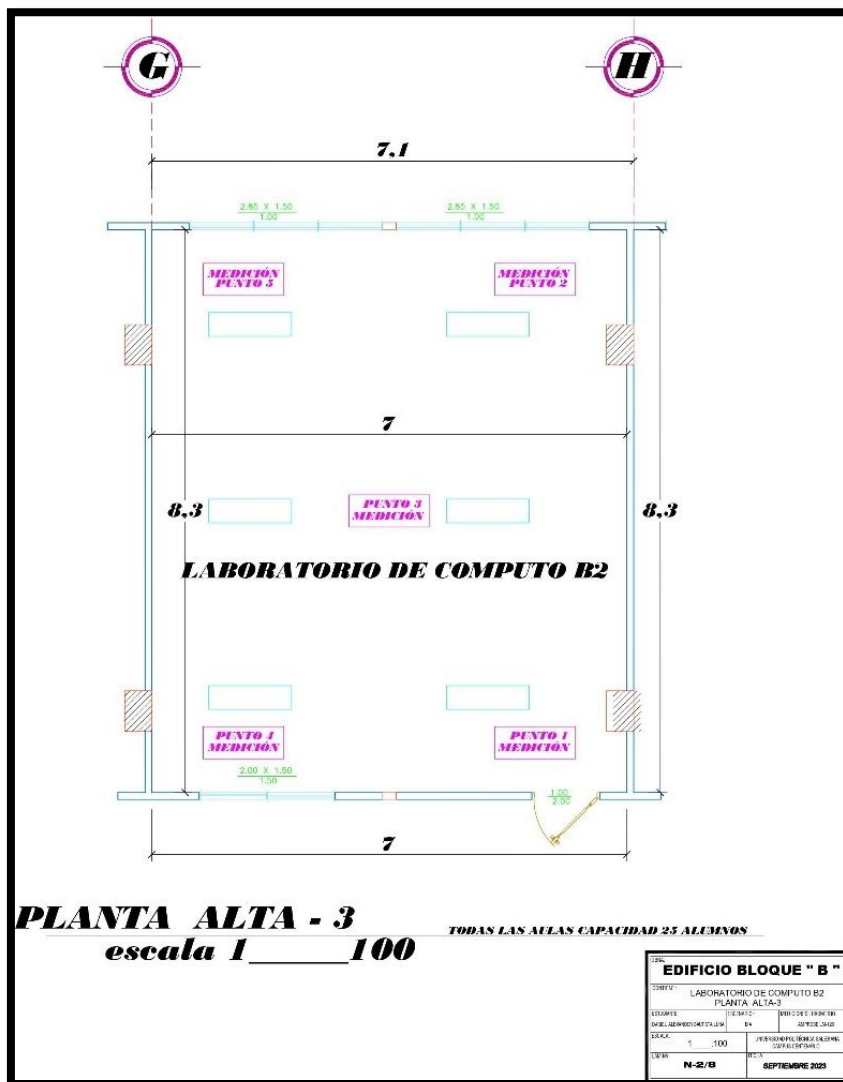


Figura 33. Diagrama del séptimo espacio físico laboratorio B2 de día.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo detalla en la tabla 21, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 21. Mediciones en el séptimo espacio físico laboratorio B2 del Bloque B de día.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
187.6	197.8	125.5	196.6	118.1	165.12

El promedio en Lux de la tabla 21 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.1.8. Espacio físico No. 8 laboratorio B3 de día.

El laboratorio B3 situado en el tercer piso del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el octavo espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo indica en la figura 34, cabe mencionar que este espacio físico corresponde al escenario de día.

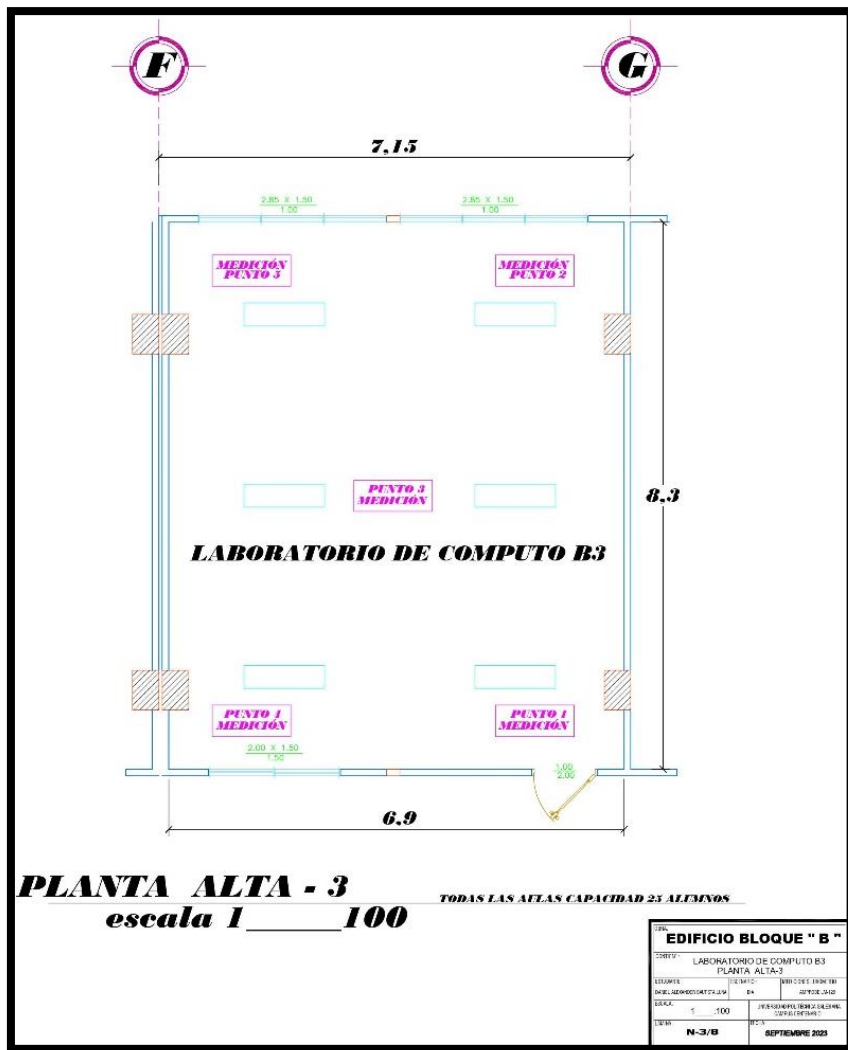


Figura 34. Diagrama del octavo espacio físico laboratorio B3 de día.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo indica en la tabla 22, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 22. Mediciones en el octavo espacio físico laboratorio B3 del Bloque B de día.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
127	123.8	189.7	188.9	178.5	161.58

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se presenta en la tabla 23, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 23. Mediciones en el noveno espacio físico aula B101 del Bloque B de noche.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
87.8	105.4	123.9	55.1	82.7	90.98

El promedio en Lux de la tabla 23 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.2.2. *Espacio físico No. 10 aula B102 de noche.*

El aula B102 situada en la planta baja del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el décimo espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo observa en la figura 36, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de noche.

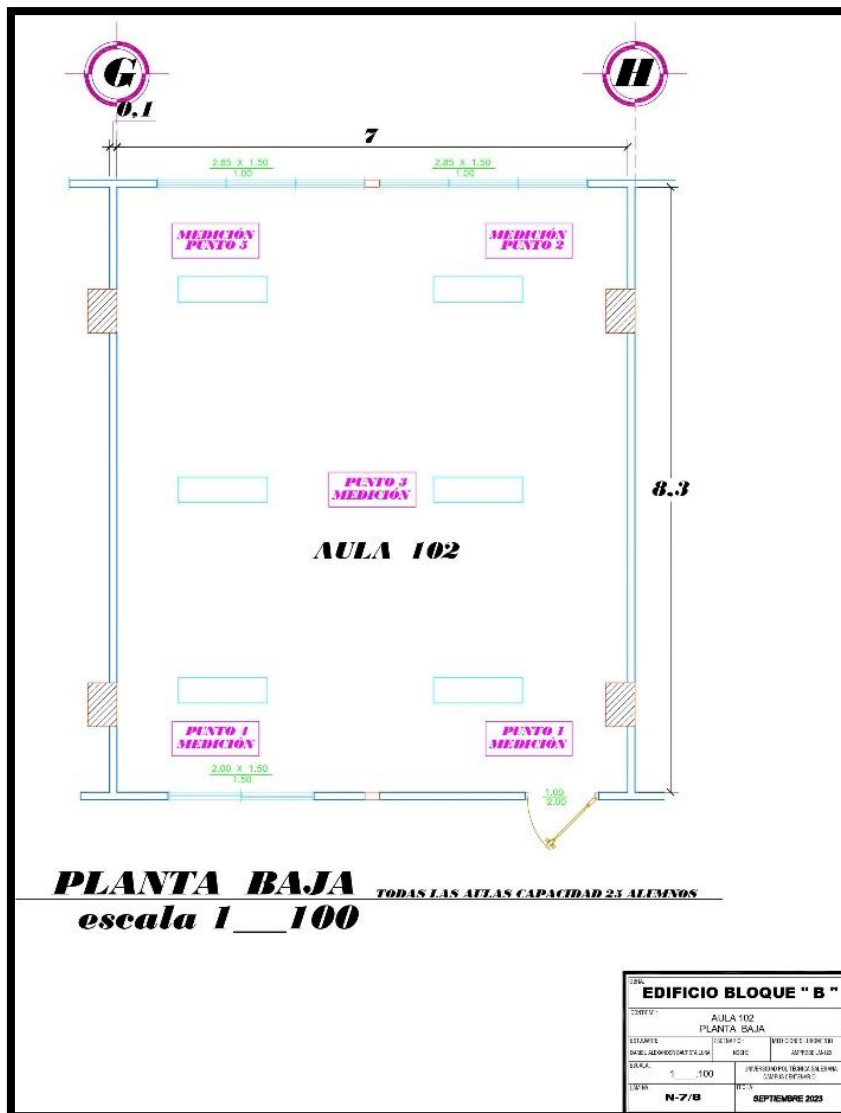


Figura 36. Diagrama del décimo espacio físico aula B102 de noche.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo da a conocer en la tabla 24, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 24. Mediciones en el décimo espacio físico aula B102 del Bloque B de noche.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
124.1	137.9	137.5	147.9	138.4	137.16

El promedio en Lux de la tabla 24 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.2.3. Espacio físico No. 11 aula B103 de noche.

El aula B103 situada en la planta baja del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el décimo primer espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo ilustra en la figura 37, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de noche.

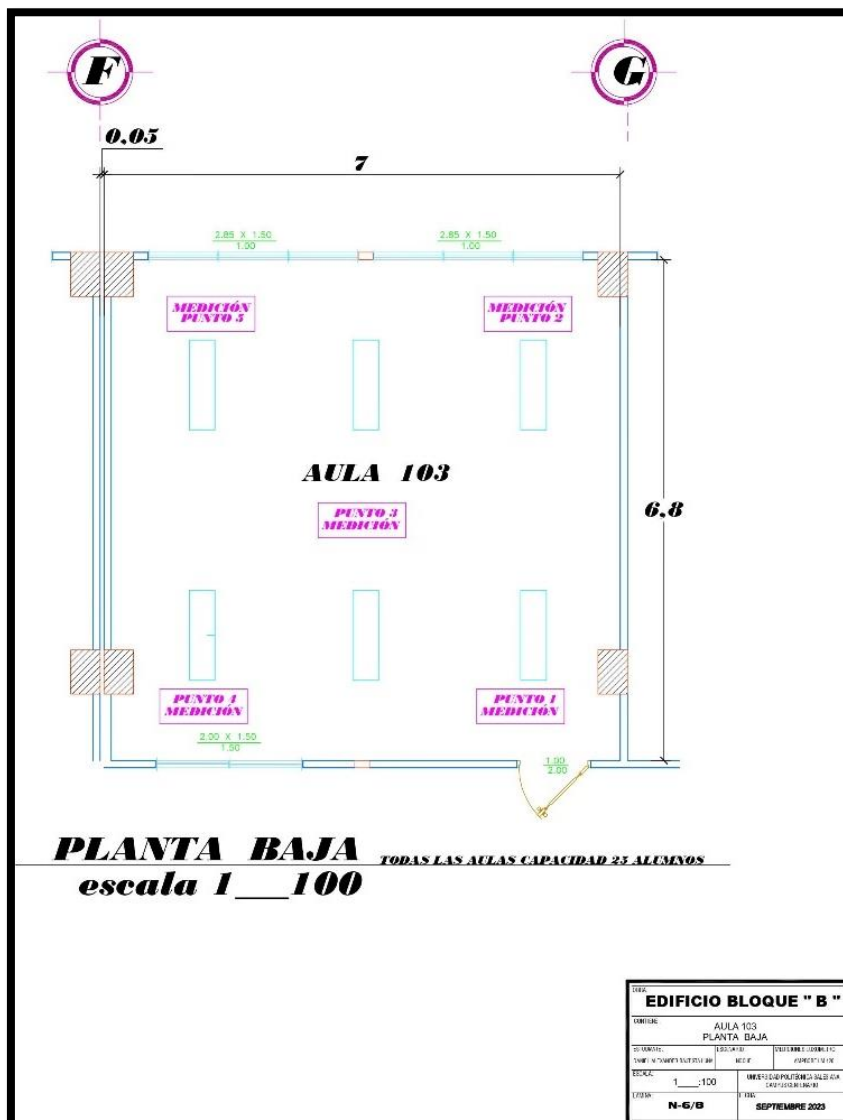


Figura 37. Diagrama del décimo primer espacio físico aula B103 de noche.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo describe en la tabla 25, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 25. Mediciones en el décimo primer espacio físico aula B103 del Bloque B de noche.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
144.5	156.1	146.7	81.7	117.4	129.28

El promedio en Lux de la tabla 25 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.2.4. *Espacio físico No. 12 aula B106 de noche.*

El aula B106 situada en la planta baja del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el décimo segundo espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo muestra en la figura 38, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de noche.

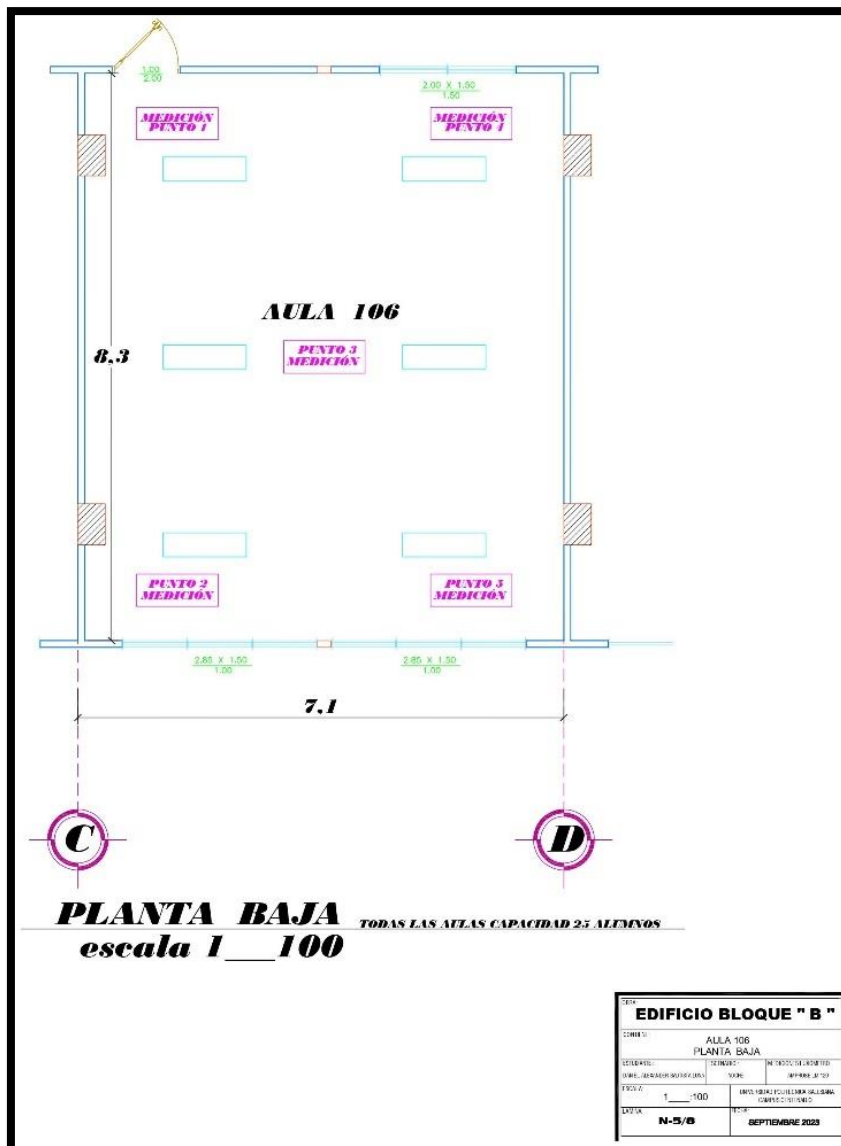


Figura 38. Diagrama del décimo segundo espacio físico aula B106 de noche.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo detalla en la tabla 26, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 26. Mediciones en el décimo segundo espacio físico aula B106 del Bloque B de noche.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
116.2	168.8	144.4	84	79.8	118.64

El promedio en Lux de la tabla 26 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.2.5. Espacio físico No. 13 aula B408 de noche.

El aula B408 situada en el tercer piso del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el décimo tercer espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo detalla en la figura 39, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de noche.

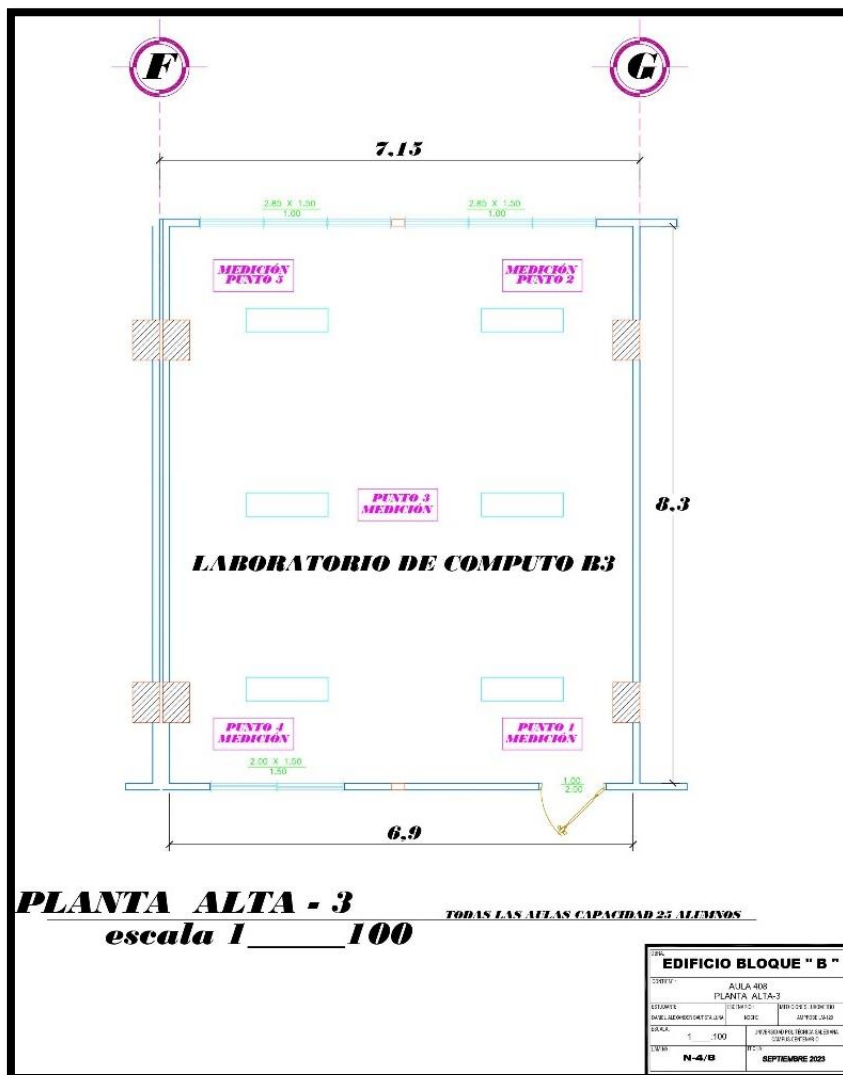


Figura 39. Diagrama del décimo tercer espacio físico aula B408 de noche.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo da a conocer en la tabla 27, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 27. Mediciones en el décimo tercer espacio físico aula B408 del Bloque B de noche.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
244	232	243	76.8	75.6	174.28

El promedio en Lux de la tabla 27 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.2.6. *Espacio físico No. 14 laboratorio B1 de noche.*

El laboratorio B1 situado en el tercer piso del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el décimo cuarto espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo da a conocer en la figura 40, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de noche.

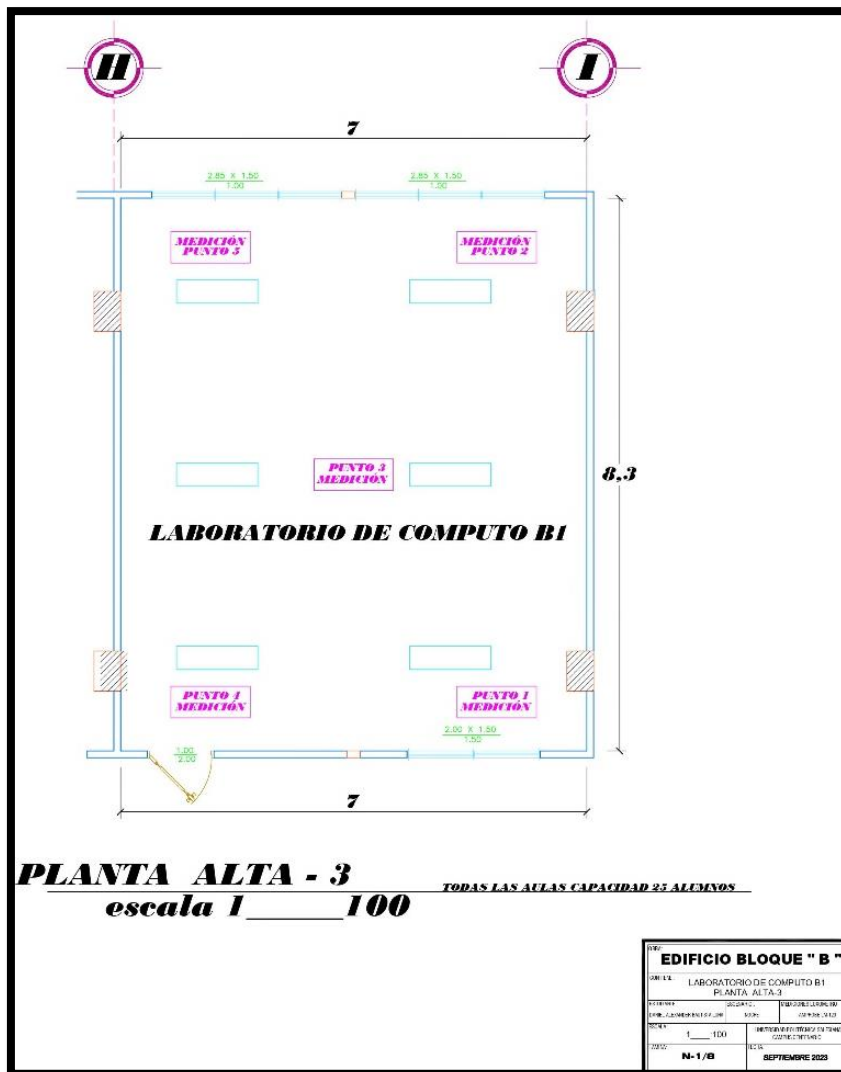


Figura 40. Diagrama del décimo cuarto espacio físico del laboratorio B1 de noche.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo muestra en la tabla 28, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 28. Mediciones en el décimo cuarto espacio físico del laboratorio B1 del Bloque B de noche.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
194	114.2	145.9	115.8	272	168.38

El promedio en Lux de la tabla 28 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.2.7. Espacio físico No. 15 laboratorio B2 de noche.

El laboratorio B2 situado en el tercer piso del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el décimo quinto espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo indica en la figura 41, cabe mencionar que este espacio físico corresponde al escenario de noche.

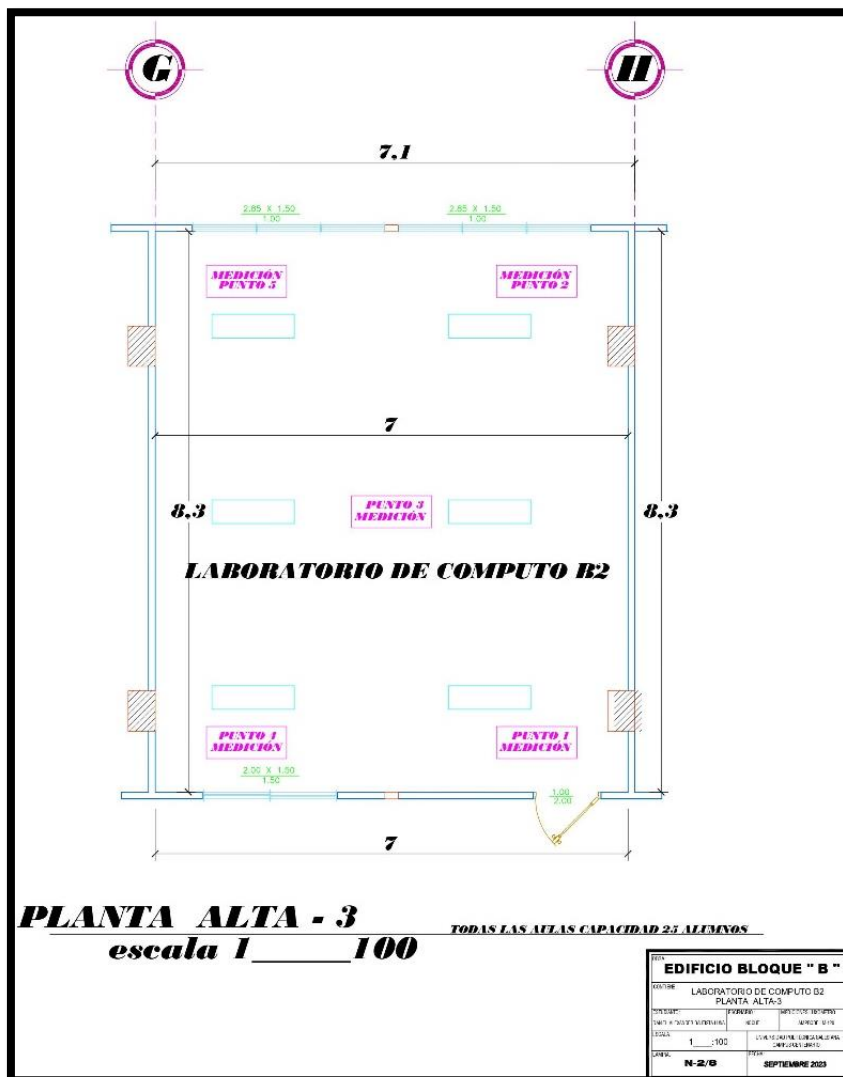


Figura 41. Diagrama del décimo quinto espacio físico del laboratorio B2 de noche.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se presenta en la tabla 29, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 29. Mediciones en el décimo quinto espacio físico del laboratorio B2 del Bloque B de noche.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
121	116	157.9	101.9	116	122.56

El promedio en Lux de la tabla 29 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.2.2.8. *Espacio físico No. 16 laboratorio B3 de noche.*

El laboratorio B3 situado en el tercer piso del Bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario ocupa el décimo sexto espacio físico a analizar en el TT con modalidad de PT cuyo diagrama en AutoCAD se lo presenta en la figura 42, cabe indicar que este espacio físico corresponde al escenario de noche.

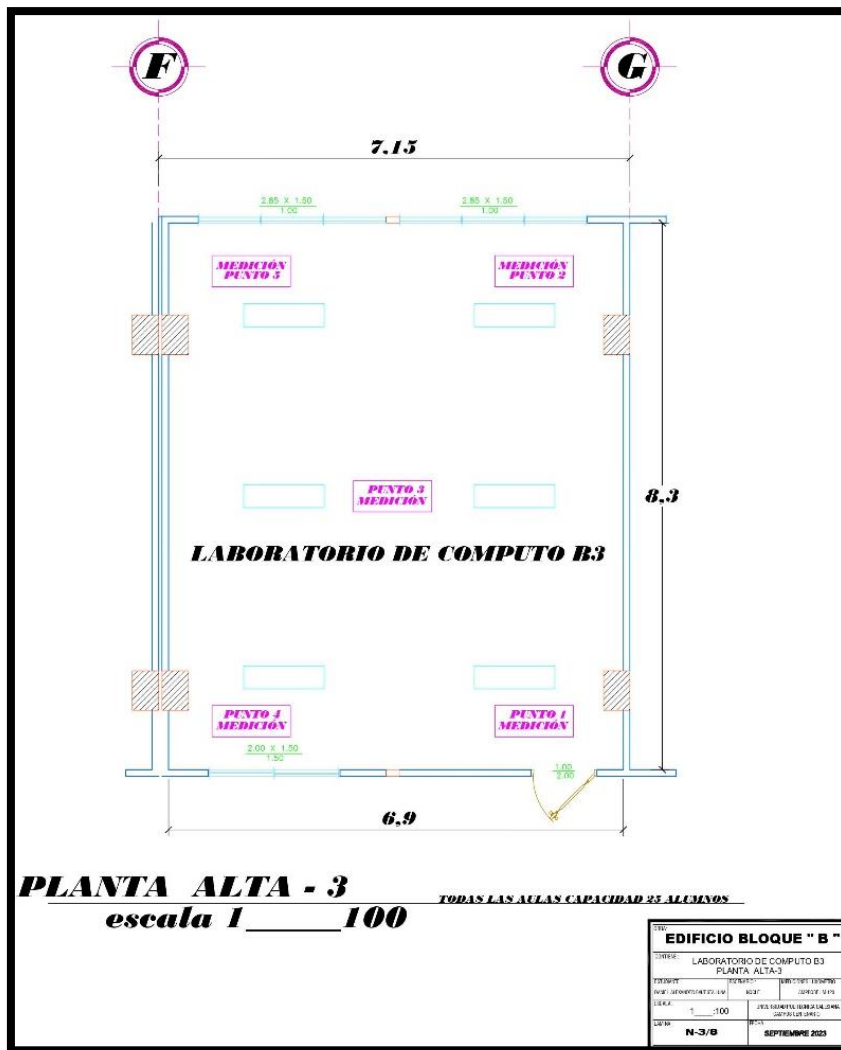


Figura 42. Diagrama del décimo sexto espacio físico del laboratorio B3 de noche.

Fuente: El autor.

El resumen, así como el promedio de las mediciones de este espacio se lo da a conocer en la tabla 30, y las fotografías de las mediciones se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 30. Mediciones en el décimo sexto espacio físico del laboratorio B3 del Bloque B de noche.

Fuente: El autor.

Medición 1 (Lux)	Medición 2 (Lux)	Medición 3 (Lux)	Medición 4 (Lux)	Medición 5 (Lux)	Promedio (Lux)
114	150	100.7	170.3	105.4	128.08

El promedio en Lux de la tabla 30 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3. Simulación en DIALux con el escenario de día.

Una vez realizada el levantamiento de información de día detallado en el ítem 3.2.1., se procedió a realizar los diseños de los ocho espacios físicos con el escenario de día para simular el comportamiento de la iluminación, y se presentan dos tipos de simulaciones las cuales son con las luminarias actuales de tipo fluorescente y las luminarias óptimas que son del tipo LED, cuyas fichas técnicas se detallan en el Anexo 4.

3.3.1. Simulación de las luminarias actuales en los espacios físicos del bloque B con el escenario de día.

En esta sección se presentan los espacios físicos los cuales son las cinco aulas y tres laboratorios con el escenario de día, mediante simulaciones con el software de DIALux EVO con las luminarias actuales tipo fluorescente.

3.3.1.1. Simulación con las luminarias actuales del aula B101 de día.

En la figura 43 se observa la simulación con el software de DIALux EVO el aula B101 con las luminarias actuales del escenario de día, y en la tabla 31 se describen los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 43. Simulación con las luminarias actuales del aula B101 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 31. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del primer espacio físico aula B101 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
153	150	62	121.67

El promedio en Lux de la tabla 31 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.1.2. Simulación con las luminarias actuales del aula B102 de día.

En la figura 44 se ilustra la simulación con el software de DIALux EVO el aula B102 con las luminarias actuales del escenario de día, y en la tabla 32 se detallan los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 44. Simulación con las luminarias actuales del aula B102 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 32. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del segundo espacio físico aula B102.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
177	215	159	183.67

El promedio en Lux de la tabla 32 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.1.3. Simulación con las luminarias actuales del aula B103 de día.

En la figura 45 se muestra la simulación con el software de DIALux EVO el aula B103 con las luminarias actuales del escenario de día, y en la tabla 33 se indican los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 45. Simulación con las luminarias actuales del aula B103 de día.

Fuente: El autor

Tabla 33. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del tercer espacio físico aula B103 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
149	180	195	174.67

El promedio en Lux de la tabla 33 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.1.4. Simulación con las luminarias actuales del aula B106 de día.

En la figura 46 se detalla la simulación con el software de DIALux EVO el aula B106 con las luminarias actuales del escenario de día, y en la tabla 34 se muestran los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 46. Simulación con las luminarias actuales del aula B106 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 34. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del cuarto espacio físico aula B106 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
122	220	134	158.67

El promedio en Lux de la tabla 34 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.1.5. Simulación con las luminarias actuales del aula B408 de día.

En la figura 47 se da a conocer la simulación con el software de DIALux EVO el aula B408 con las luminarias actuales del escenario de día, y en la tabla 35 se presentan los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

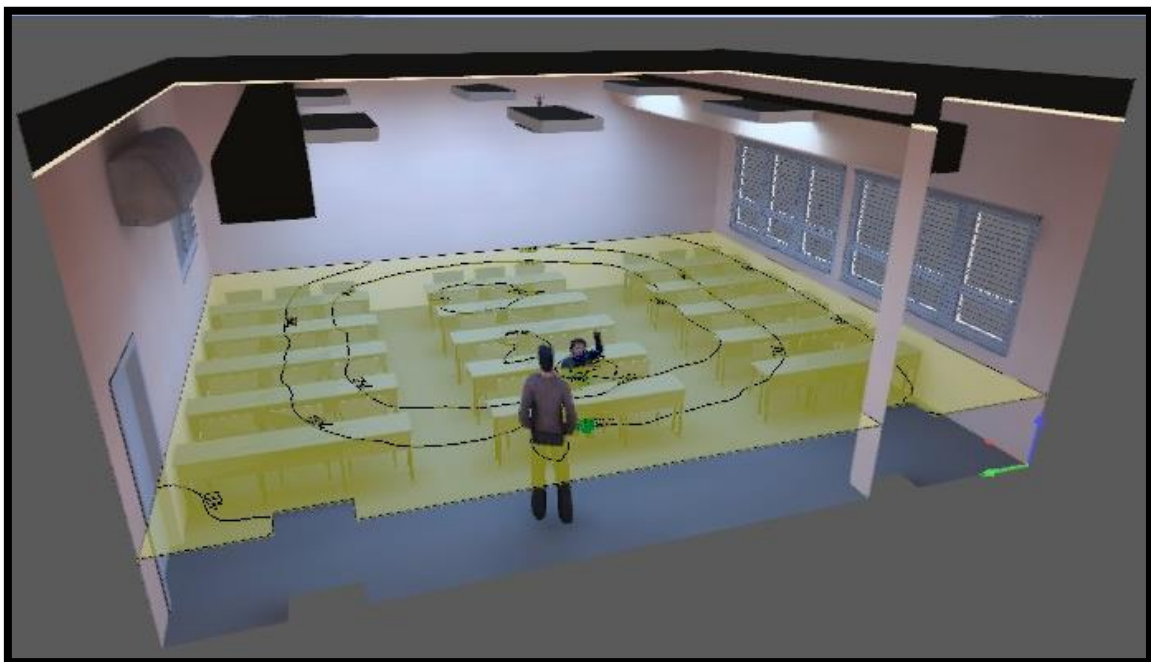


Figura 47. Simulación con las luminarias actuales del aula B408 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 35. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del quinto espacio físico aula B408 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
124	301	168	197.67

El promedio en Lux de la tabla 35 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.1.6. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B1 de día.

En la figura 48 se indica la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B1 con las luminarias actuales del escenario de día, y en la tabla 36 se da a conocer los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

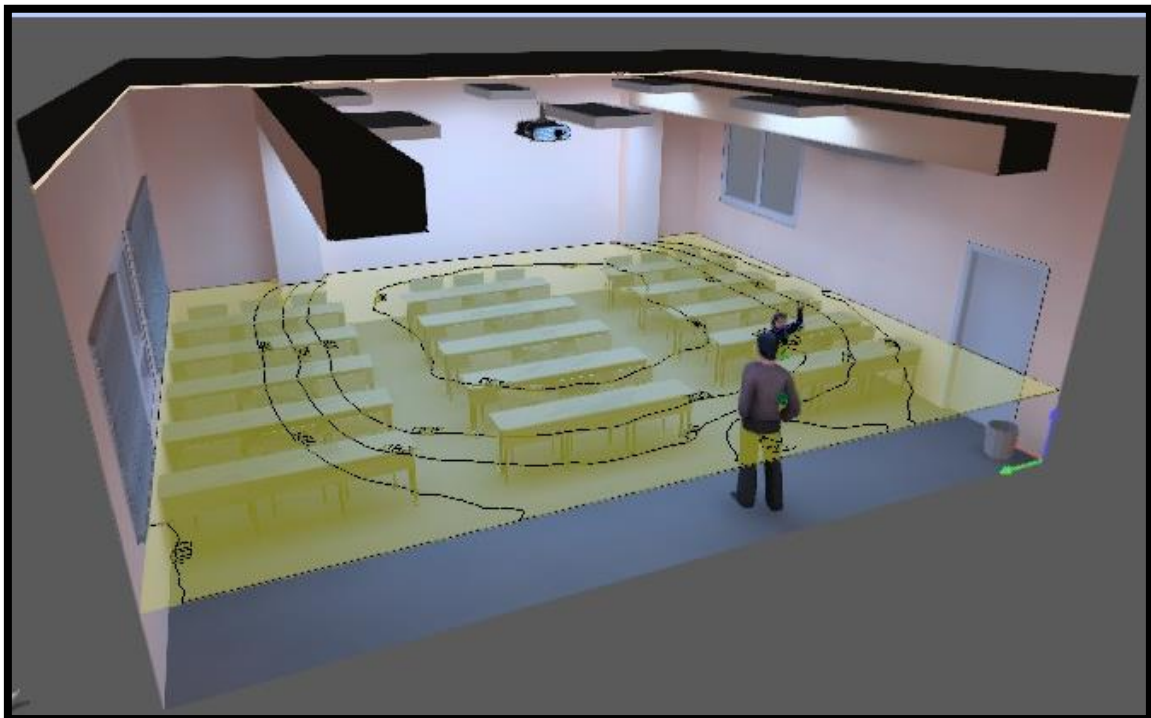


Figura 48. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B1 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 36. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del sexto espacio físico laboratorio B1 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
325	436	137	299.33

El promedio en Lux de la tabla 32 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.1.7. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B2 de día.

En la figura 49 se presenta la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B2 con las luminarias actuales del escenario de día, y en la tabla 37 se describen los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 49. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B2 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 37. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del séptimo espacio físico laboratorio B2 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
176	203	125	168.00

El promedio en Lux de la tabla 37 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.1.8. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B3 de día.

En la figura 50 se observa la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B3 con las luminarias actuales del escenario de día, y en la tabla 38 se detalla los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 50. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B3 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 38. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del octavo espacio físico laboratorio B3 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
138	221	146	168.33

El promedio en Lux de la tabla 38 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.2. Simulación de las luminarias óptimas LED en los espacios físicos del bloque B con el escenario de día.

En esta sección se presentan los espacios físicos los cuales son las cinco aulas y tres laboratorios con el escenario de día, mediante simulaciones con el software de DIALux EVO con las luminarias óptimas del tipo LED.

3.3.2.1. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B101 de día.

En la figura 51 se ilustra la simulación con el software de DIALux EVO el aula B101 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de día, y en la tabla 39 se indican los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

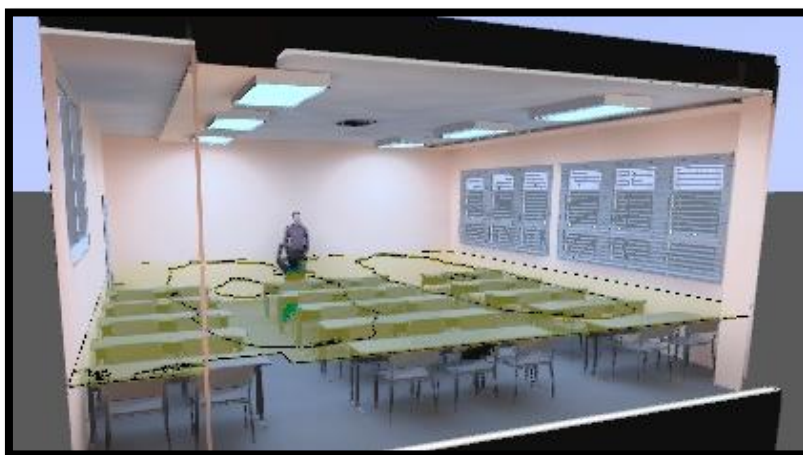


Figura 51. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B101 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 39. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del primer espacio físico aula B101 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
381	407	433	407.00

El promedio en Lux de la tabla 39 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.2.2. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B102 de día.

En la figura 52 se muestra la simulación con el software de DIALux EVO el aula B102 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de día, y en la tabla 40 se da a conocer los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 52. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B102 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 40. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del segundo espacio físico aula B102 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
559	578	357	498.00

El promedio en Lux de la tabla 40 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.2.3. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B103 de día.

En la figura 53 se detalla la simulación con el software de DIALux EVO el aula B103 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de día, y en la tabla 41 se presentan los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

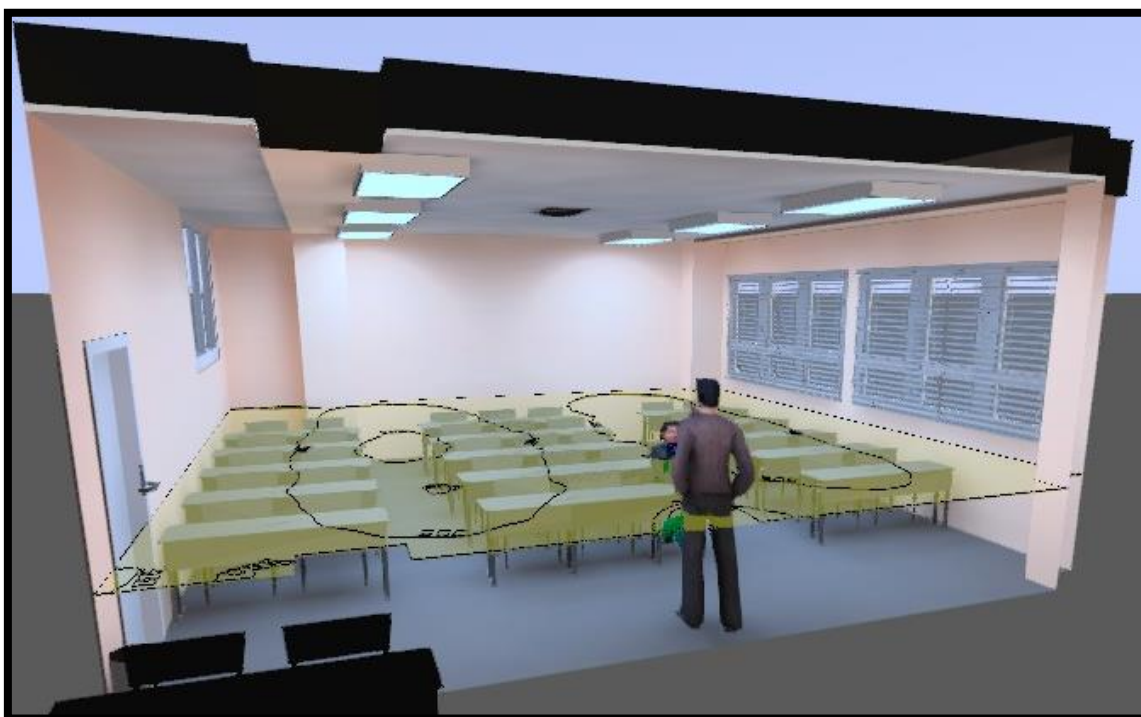


Figura 53. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B103 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 41. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del tercer espacio físico aula B103 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
539	472	505	505.33

El promedio en Lux de la tabla 41 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.2.4. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B106 de día.

En la figura 54 se da a conocer la simulación con el software de DIALux EVO el aula B106 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de día, y en la tabla 42 se muestran los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 54. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B106 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 42. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del cuarto espacio físico aula B106 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
513	457	513	494.33

El promedio en Lux de la tabla 42 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.2.5. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B408 de día.

En la figura 55 se indica la simulación con el software de DIALux EVO el aula B408 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de día, y en la tabla 43 se describen los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 55. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B408 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 43. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del quinto espacio físico aula B408 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
323	368	460	383.67

El promedio en Lux de la tabla 43 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.2.6. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B1 de día.

En la figura 56 se presenta la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B1 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de día, y en la tabla 44 se detallan los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

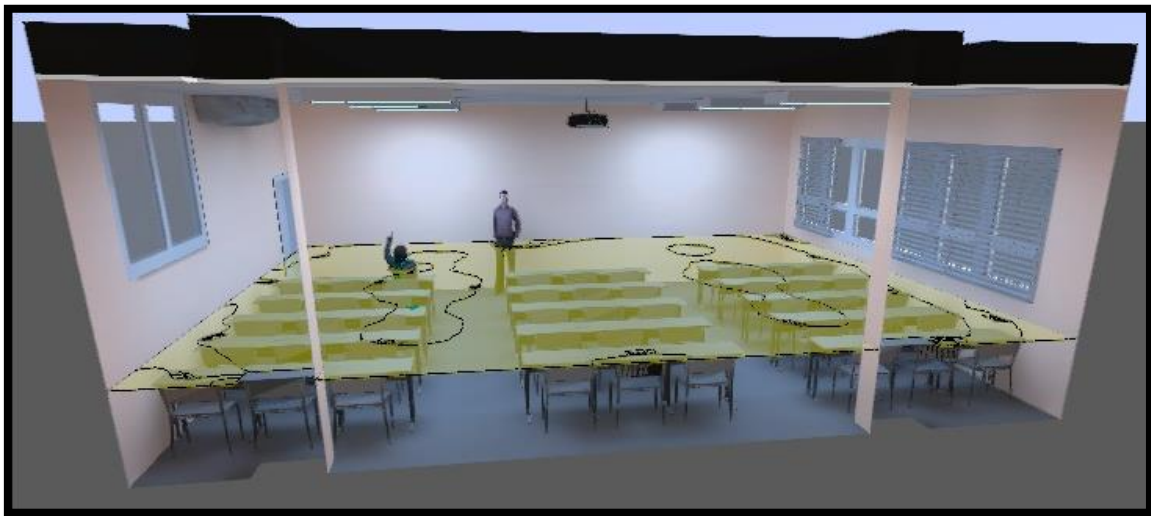


Figura 56. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B1 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 44. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del sexto espacio físico laboratorio B1 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
471	416	278	388.33

El promedio en Lux de la tabla 44 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.2.7. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B2 de día.

En la figura 57 se observa la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B2 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de día, y en la tabla 45 se indican los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

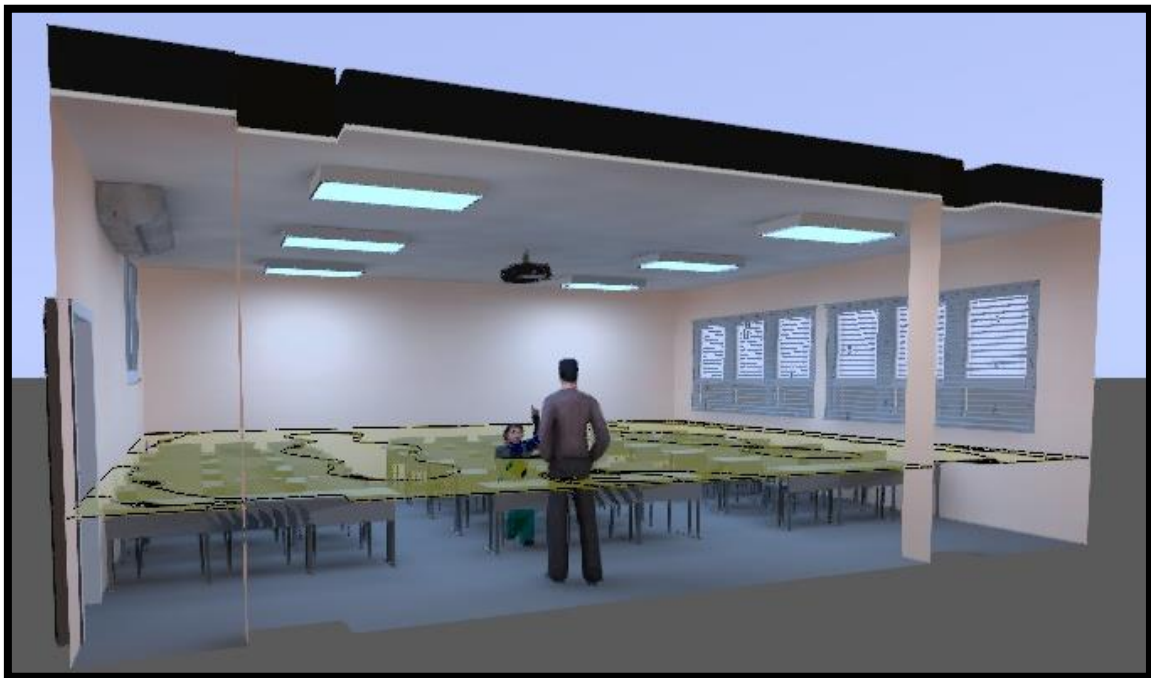


Figura 57. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B2 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 45. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del séptimo espacio físico laboratorio B2 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
465	380	465	436.67

El promedio en Lux de la tabla 45 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.2.8. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B3 de día.

En la figura 58 se ilustra la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B3 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de día, y en la tabla 46 se muestran los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 58. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B3 de día.

Fuente: El autor.

Tabla 46. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del octavo espacio físico laboratorio B3 de día.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
495	356	452	434.33

El promedio en Lux de la tabla 46 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.3.3. Análisis entre luminarias actuales y óptimas LED con el escenario de día.

En la tabla 47 se presenta un resumen consolidado de los promedios de las simulaciones con respecto a las cinco aulas y tres laboratorios, tanto para la simulación actual con luminarias tipo fluorescente y las óptimas que son de tipo LED con el escenario de día, cabe indicar que las últimas dos columnas se muestra la mejora tanto porcentual como en por unidad de cada espacio físico.

Tabla 47. Mejoras porcentuales y por unidad de los ocho espacios físicos de las simulaciones con el escenario de día.

Fuente: El autor.

Espacio físico	Actual - Fluorescente	Óptimo - LED	Mejora Porcentual	Mejora en por unidad
Aula B-101	121.67	407.00	335%	3.345205479
Aula B-102	183.67	498.00	271%	2.711433757
Aula B-103	174.67	505.33	289%	2.893129771
Aula B-106	158.67	494.33	312%	3.115546218
Aula B-408	197.67	383.67	194%	1.940978078

Laboratorio B1	299.33	388.33	130%	1.297327394
Laboratorio B2	168.00	436.67	260%	2.599206349
Laboratorio B3	168.33	434.33	258%	2.580198020

En la tabla 47 se puede confirmar que las simulaciones en DIALux EVO con respecto al escenario de día, si existe una mejora al realizar el cambio de fluorescente a LED, la mejora mínima es de 130%, cuyo valor corresponde al Laboratorio B1 y la mejora máxima es de 335%, cuyo valor corresponde al aula B-101.

3.4. Simulación en DIALux con el escenario de noche.

Una vez realizada el levantamiento de información de noche detallado en el ítem 3.2.2., se procedió a realizar los diseños de los ocho espacios físicos con el escenario de noche para simular el comportamiento de la iluminación, y se presentan dos tipos de simulaciones las cuales son con las luminarias actuales y las luminarias óptimas que son del tipo LED, cuyas fichas técnicas se detallan en el Anexo 4.

3.4.1. Simulación de las luminarias actuales en los espacios físicos del bloque B con el escenario de noche.

En esta sección se presentan los espacios físicos los cuales son las cinco aulas y tres laboratorios con el escenario de noche, mediante simulaciones con el software de DIALux EVO con las luminarias actuales fluorescentes.

3.4.1.1. Simulación con las luminarias actuales del aula B101 de noche.

En la figura 59 se muestra la simulación con el software de DIALux EVO el aula B101 con las luminarias actuales del escenario de noche, y en la tabla 48 se da a conocer los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 59. Simulación con las luminarias actuales del aula B101 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 48. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del noveno espacio físico aula B101 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
98	87	53	79.33

El promedio en Lux de la tabla 48 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.1.2. Simulación con las luminarias actuales del aula B102 de noche.

En la figura 60 se detalla la simulación con el software de DIALux EVO el aula B102 con las luminarias actuales del escenario de noche, y en la tabla 49 se describen los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 60. Simulación con las luminarias actuales del aula B102 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 49. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo espacio físico aula B102 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
134	164	121	139.67

El promedio en Lux de la tabla 49 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.1.3. Simulación con las luminarias actuales del aula B103 de noche.

En la figura 61 se da a conocer la simulación con el software de DIALux EVO el aula B103 con las luminarias actuales del escenario de noche, y en la tabla 50 se detallan los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 61. Simulación con las luminarias actuales del aula B103 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 50. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo primer espacio físico aula B103 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
111	134	146	130.33

El promedio en Lux de la tabla 50 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.1.4. Simulación con las luminarias actuales del aula B106 de noche.

En la figura 62 se indica la simulación con el software de DIALux EVO el aula B106 con las luminarias actuales del escenario de noche, y en la tabla 51 se muestran los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

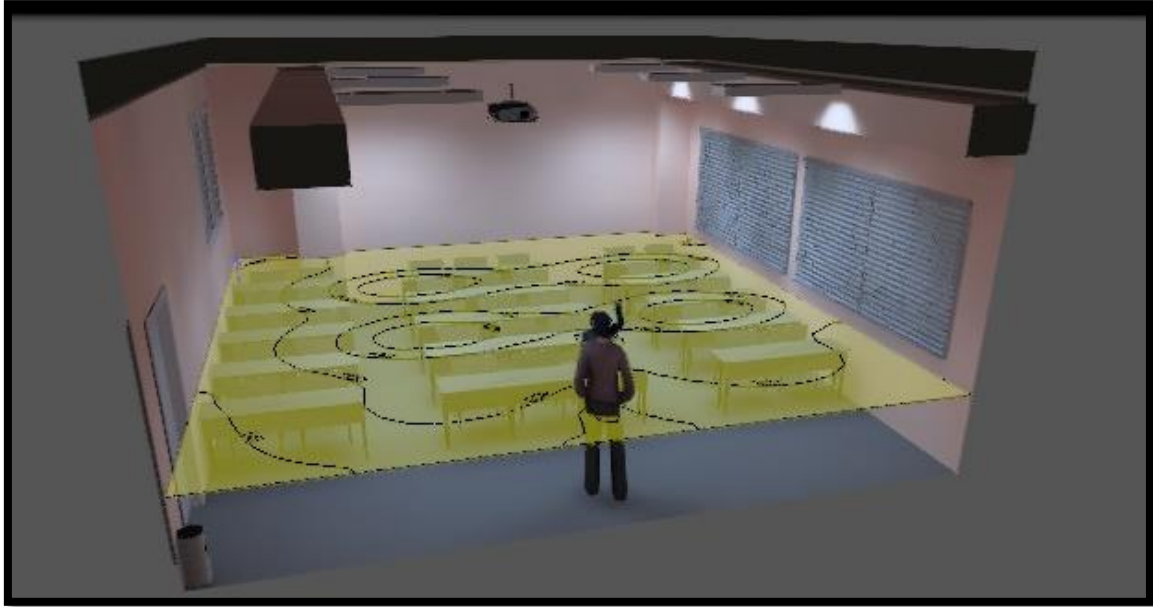


Figura 62. Simulación con las luminarias actuales del aula B106 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 51. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo segundo espacio físico aula B106 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
131	155	98	128.00

El promedio en Lux de la tabla 51 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.1.5. Simulación con las luminarias actuales del aula B408 de noche.

En la figura 63 se presenta la simulación con el software de DIALux EVO el aula B408 con las luminarias actuales del escenario de noche, y en la tabla 52 se indican los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

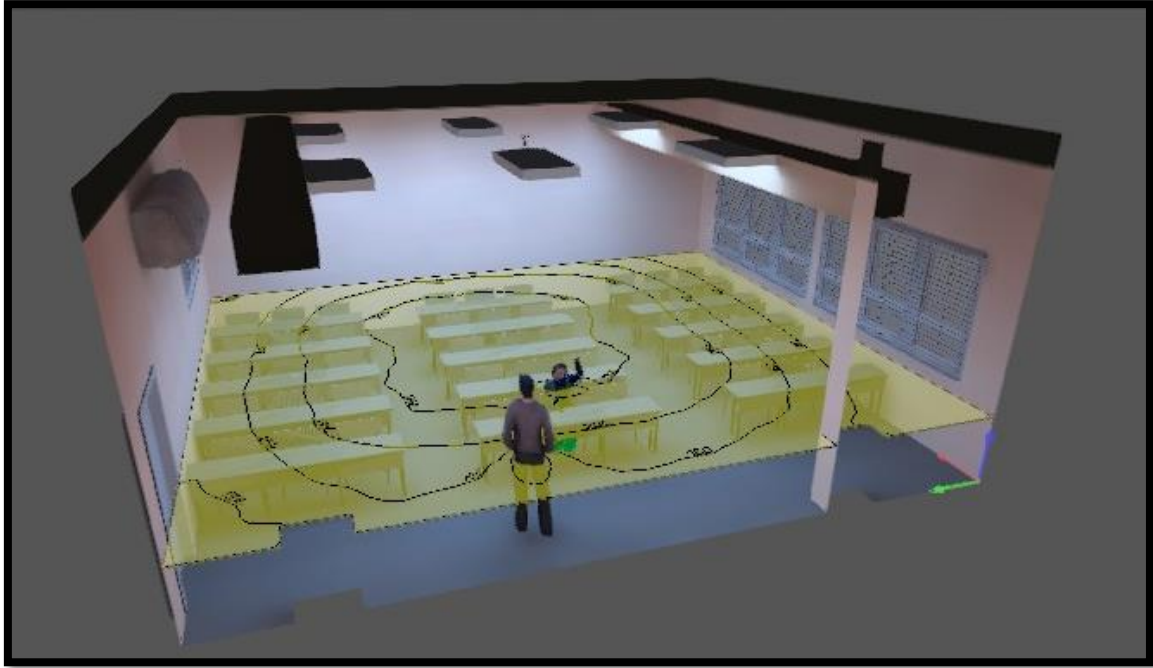


Figura 63. Simulación con las luminarias actuales del aula B408 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 52. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo tercer espacio físico aula B408 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
113	272	152	179.00

El promedio en Lux de la tabla 52 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.1.6. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B1 de noche.

En la figura 64 se observa la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B1 con las luminarias actuales del escenario de noche, y en la tabla 53 se presentan los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 64. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B1 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 53. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo cuarto espacio físico del laboratorio B1 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
196	262	83	180.33

El promedio en Lux de la tabla 53 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.1.7. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B2 de noche.

En la figura 65 se ilustra la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B2 con las luminarias actuales del escenario de noche, y en la tabla 54 se da a conocer los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

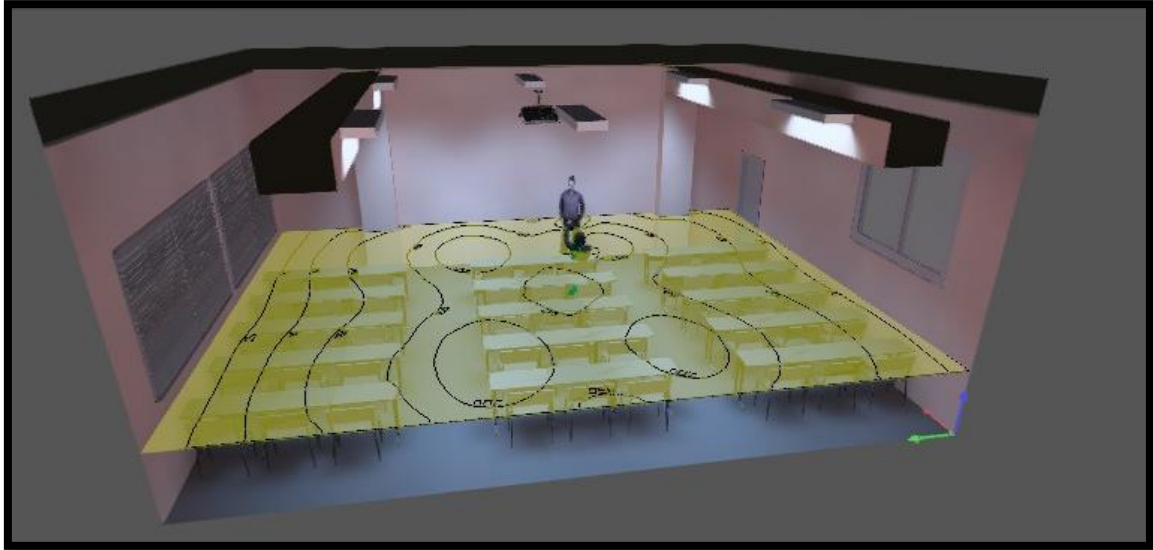


Figura 65. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B2 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 54. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo quinto espacio físico del laboratorio B2 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
128	148	91	122.33

El promedio en Lux de la tabla 54 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.1.8. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B3 de noche.

En la figura 66 se muestra la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B3 con las luminarias actuales del escenario de noche, y en la tabla 55 se describen los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 66. Simulación con las luminarias actuales del laboratorio B3 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 55. Mediciones de la simulación con las luminarias actuales del décimo sexto espacio físico del laboratorio B3 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
109	175	115	133.00

El promedio en Lux de la tabla 55 da a conocer que no se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que indica que el valor mínimo sería de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.2. Simulación de las luminarias óptimas LED en los espacios físicos del bloque B con el escenario de noche.

En esta sección se presentan los espacios físicos los cuales son las cinco aulas y tres laboratorios con el escenario de noche, mediante simulaciones con el software de DIALux EVO con las luminarias óptimas del tipo LED.

3.4.2.1. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B101 de noche.

En la figura 67 se detalla la simulación con el software de DIALux EVO el aula B101 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de noche, y en la tabla 56 se detalla los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

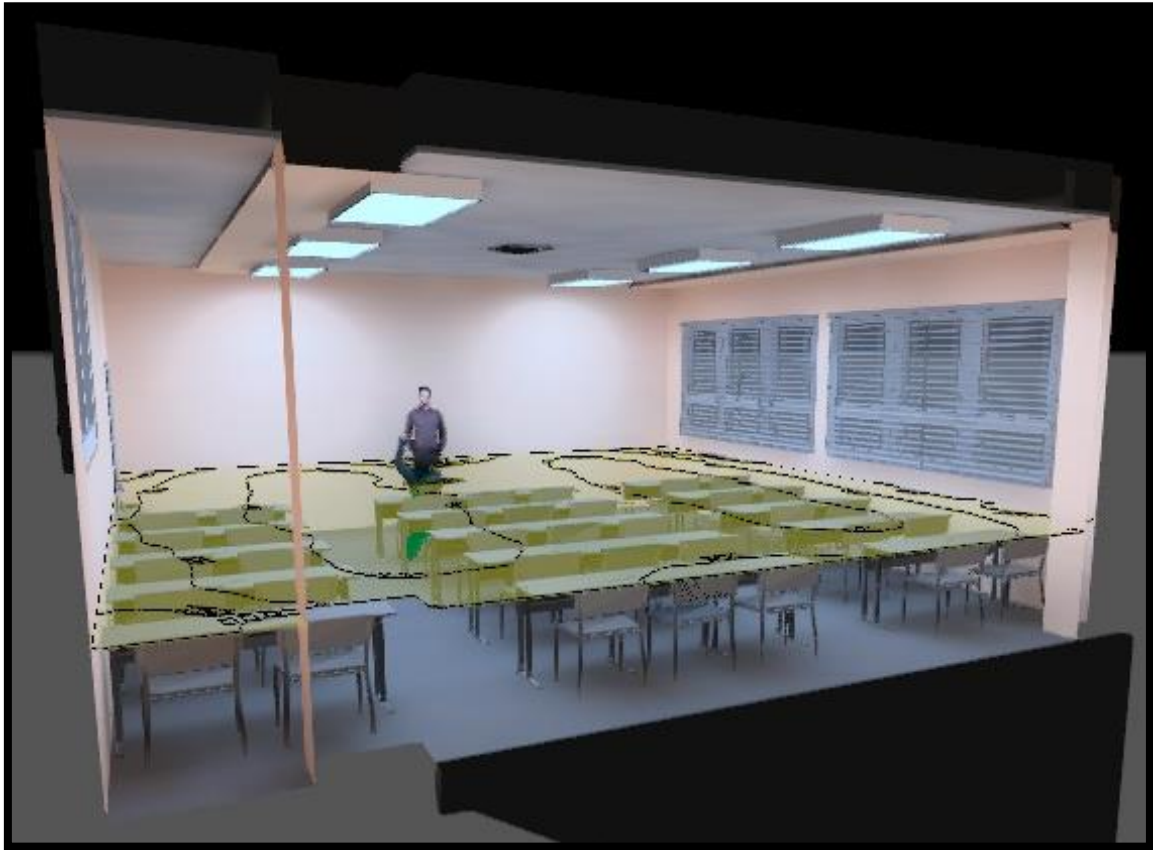


Figura 67. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B101 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 56. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del noveno espacio físico aula B101 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
286	305	325	305.33

El promedio en Lux de la tabla 56 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.2.2. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B102 de noche.

En la figura 68 se da a conocer la simulación con el software de DIALux EVO el aula B102 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de noche, y en la tabla 57 se indican los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

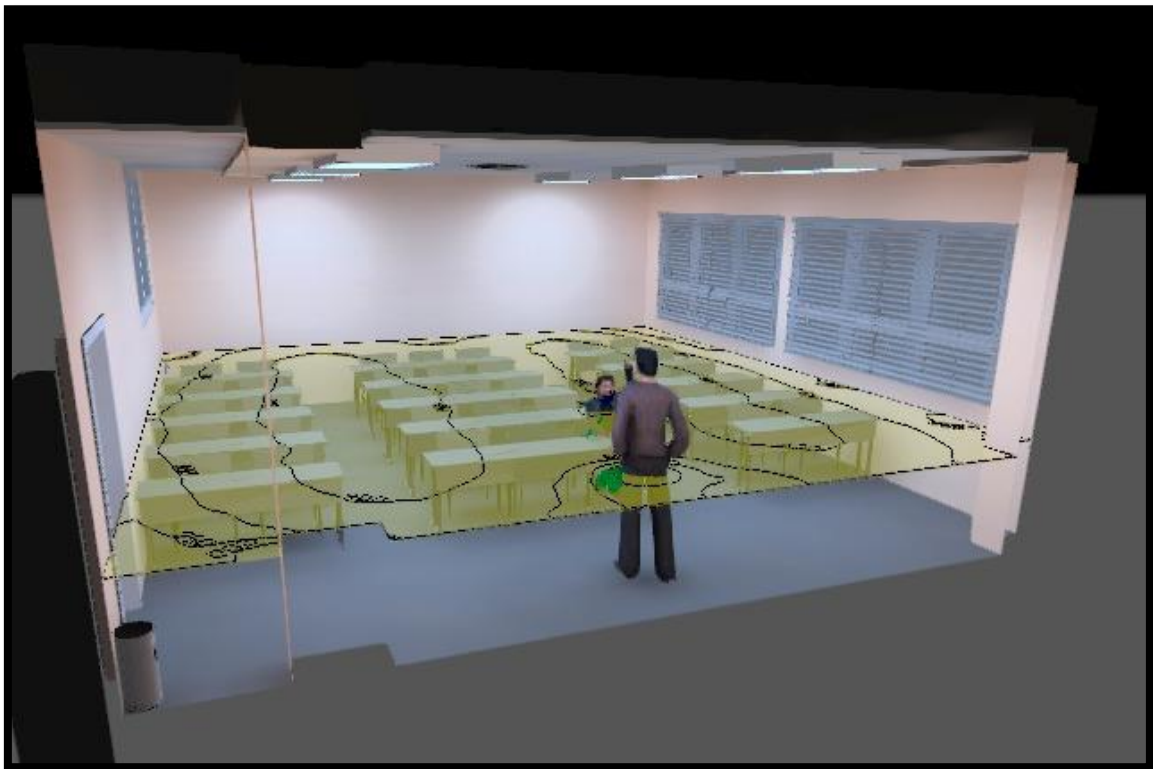


Figura 68. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B102 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 57. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo espacio físico aula B102 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
419	397	268	361.33

El promedio en Lux de la tabla 57 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.2.3. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B103 de noche.

En la figura 69 se indica la simulación con el software de DIALux EVO el aula B103 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de noche, y en la tabla 58 se muestran los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

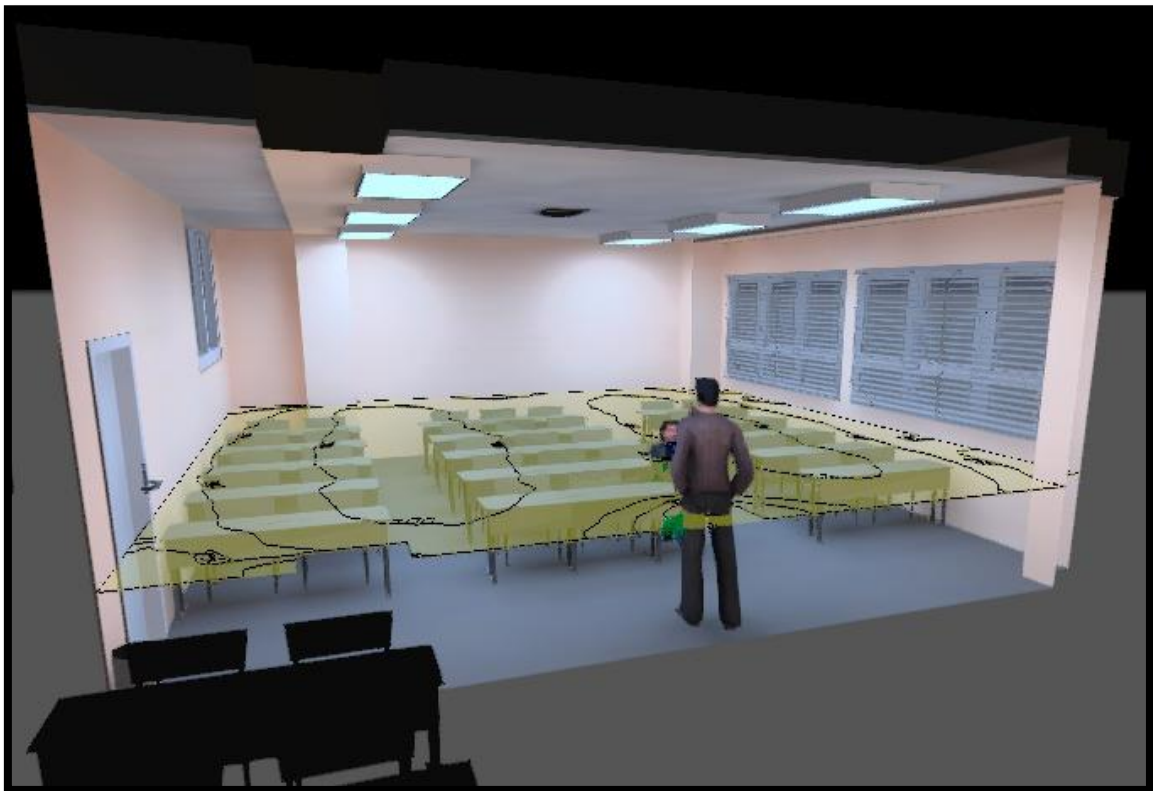


Figura 69. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B103 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 58. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo primer espacio físico aula B103 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
404	354	379	379.00

El promedio en Lux de la tabla 58 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.2.4. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B106 de noche.

En la figura 70 se presenta la simulación con el software de DIALux EVO el aula B106 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de noche, y en la tabla 59 se da a conocer los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 70. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B106 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 59. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo segundo espacio físico aula B106 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
395	350	385	376.67

El promedio en Lux de la tabla 59 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.2.5. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B408 de noche.

En la figura 71 se observa la simulación con el software de DIALux EVO el aula B408 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de noche, y en la tabla 60 se presentan los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.



Figura 71. Simulación con las luminarias óptimas LED del aula B408 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 60. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo tercer espacio físico aula B408 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
243	331	345	306.33

El promedio en Lux de la tabla 60 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.2.6. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B1 de noche.

En la figura 72 se ilustra la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B1 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de noche, y en la tabla 61 se describen los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

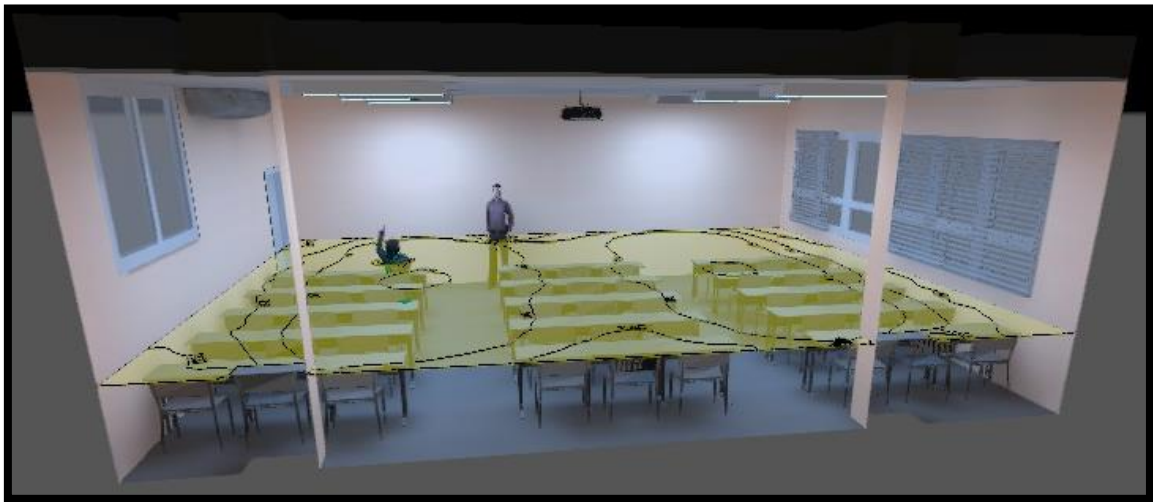


Figura 72. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B1 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 61. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo cuarto espacio físico del laboratorio B1 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
353	312	250	305.00

El promedio en Lux de la tabla 61 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.2.7. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B2 de noche.

En la figura 73 se muestra la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B2 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de noche, y en la tabla 62 se detallan los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

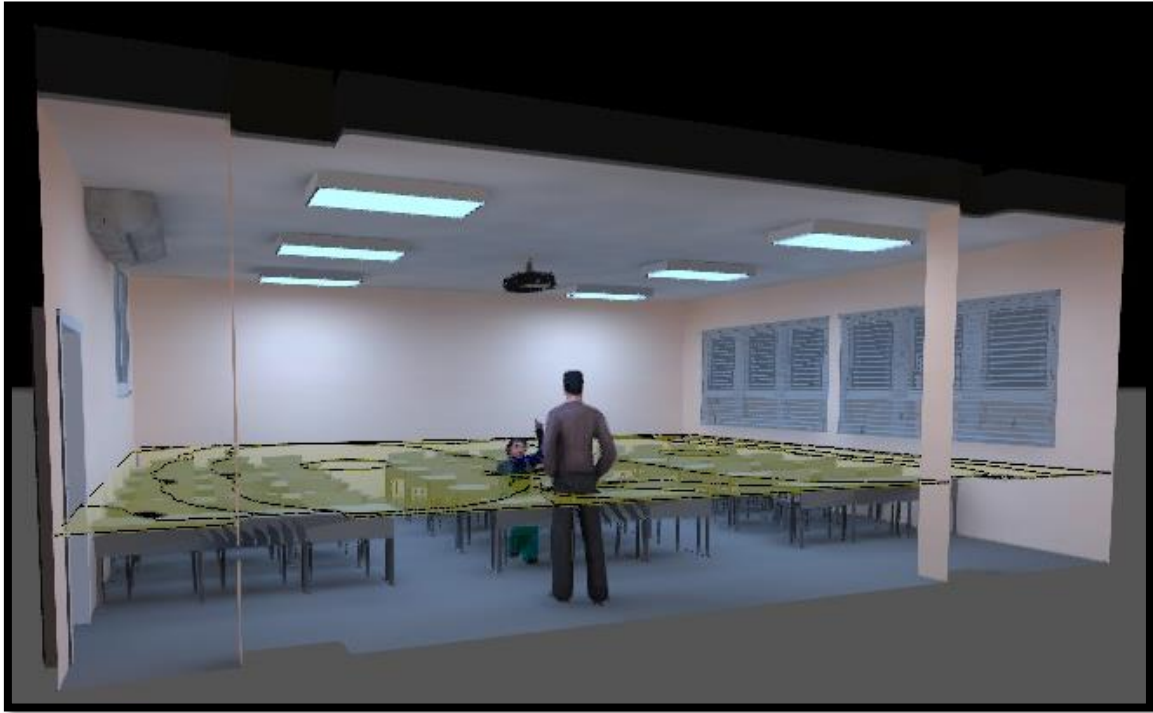


Figura 73. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B2 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 62. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo quinto espacio físico del laboratorio B2 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
349	285	350	328.00

El promedio en Lux de la tabla 62 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.2.8. *Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B3 de noche.*

En la figura 74 se detalla la simulación con el software de DIALux EVO el laboratorio B3 con las luminarias óptimas tipo LED del escenario de noche, y en la tabla 63 se indican los valores de tres mediciones que constan en dicho espacio físico.

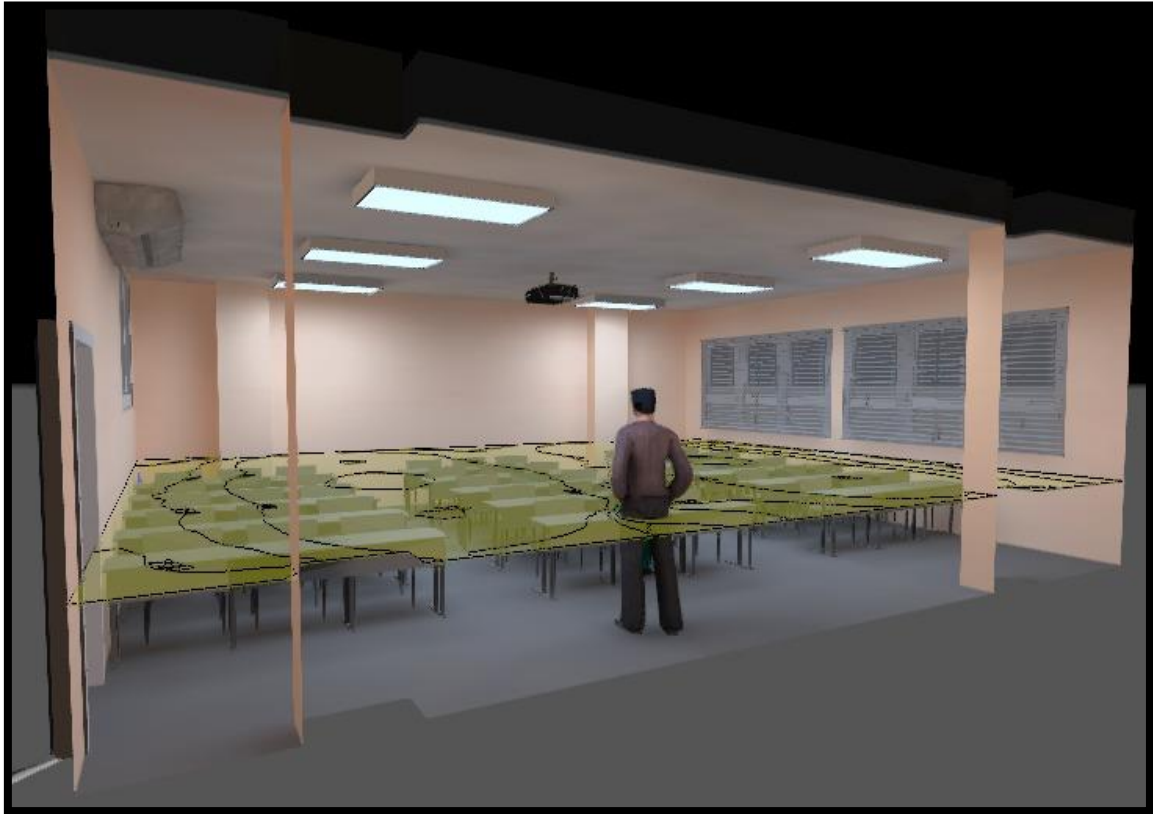


Figura 74. Simulación con las luminarias óptimas LED del laboratorio B3 de noche.

Fuente: El autor.

Tabla 63. Mediciones de la simulación con las luminarias óptimas LED del décimo sexto espacio físico del laboratorio B3 de noche.

Fuente: El autor.

Medición en el lado izquierdo (Lux)	Medición en la mitad (Lux)	Medición en el lado derecho (Lux)	Promedio (Lux)
371	267	339	325.67

El promedio en Lux de la tabla 63 da a conocer que si se cumple con el valor mínimo en Lux de la normativa NEC-2018, dado que supera el valor mínimo de 300 Lux para un espacio físico de estudio o trabajo.

3.4.3. Análisis entre luminarias actuales y óptimas LED con el escenario de noche.

En la tabla 64 se muestra un resumen consolidado de los promedios de las simulaciones con respecto a las cinco aulas y tres laboratorios, tanto para la simulación actual con luminarias tipo fluorescente y las óptimas que son de tipo LED con el escenario de noche, cabe indicar que las últimas dos columnas se muestra la mejora tanto porcentual como en por unidad de cada espacio físico.

Tabla 64. Mejoras porcentuales y por unidad de los ocho espacios físicos de las simulaciones con el escenario de noche.

Fuente: El autor.

Espacio físico	Actual - Fluorescente	Óptimo - LED	Mejora Porcentual	Mejora en por unidad
Aula B-101	79.33	305.33	385%	3.848739496
Aula B-102	139.67	361.33	259%	2.587112172
Aula B-103	130.33	379.00	291%	2.907928389
Aula B-106	128.00	376.67	294%	2.942708333
Aula B-408	179.00	306.33	171%	1.711359404
Laboratorio B1	180.33	305.00	169%	1.691312384
Laboratorio B2	122.33	328.00	268%	2.681198910
Laboratorio B3	133.00	325.67	245%	2.448621554

En la tabla 64 se puede confirmar que las simulaciones en DIALux EVO con respecto al escenario de noche, si existe una mejora al realizar el cambio de fluorescente a LED, la

mejora mínima es de 169%, cuyo valor corresponde al Laboratorio B1 y la mejora máxima es de 385%, cuyo valor corresponde al aula B-101.

3.5. Análisis Económico.

Para realizar un análisis económico se tomará de referencia el valor de 6 centavos de dólar, tanto para el consumo energético que emiten las luminarias fluorescentes como las de LED.

3.5.1. Gastos con las luminarias fluorescentes.

Se toma de referencia los ocho espacios físicos que corresponden a cinco aulas y tres laboratorios para determinar el gasto que emiten las luminarias actuales que son las de fluorescentes que manejan una potencia de 32 W.

3.5.1.1. Cálculos de los gastos por aula de las luminarias fluorescentes.

Las cinco aulas asignadas en este estudio se le estimó un valor de 12 horas en las cuales ocupan los estudiantes y docentes para impartir y recibir clases de Lunes a Viernes, y para los días Sábado se estimó un valor de 4 horas que son usadas las luminarias fluorescentes. En cada aula existen 6 conjuntos de 2 tubos fluorescentes de 32 W.

Se procede a calcular la potencia total de las luminarias fluorescentes del aula con la ecuación (1).

Ecuación 1. Potencia total del aula con las luminarias fluorescentes.

$$Potencia_{Fluorescente}^{Aula} = (\#_{Conjunto}) \cdot (\#_{Fluorescentes}) \cdot (Potencia_{Fluorescentes})$$

$$Potencia_{Fluorescente}^{Aula} = (6) \cdot (2) \cdot (32)$$

$$Potencia_{Fluorescente}^{Aula} = 384 [W]$$

Se procede a calcular el tiempo estimado por mes en la cual se encienden las luminarias fluorescentes del aula con la ecuación (2).

Ecuación 2. Tiempo total del aula con las luminarias fluorescentes encendidas.

$$Tiempo_{Fluorescente}^{Aula} = [(Horas_{Laboral}^{Día} \cdot 5) + (Horas_{Sábados})] \cdot (\#_{Semanas})$$

$$Tiempo_{Fluorescente}^{Aula} = [(12 \cdot 5) + (4)] \cdot (4)$$

$$Tiempo_{Fluorescente}^{Aula} = 256 [horas]$$

Se procede a calcular la energía estimada de las luminarias fluorescentes del aula con la ecuación (3).

Ecuación 3. Energía total del aula emitidas por las luminarias fluorescentes.

$$Energía_{Fluorescente}^{Aula} = (Potencia_{Fluorescente}^{Aula}) \cdot (Tiempo_{Fluorescente}^{Aula})$$

$$Energía_{Fluorescente}^{Aula} = 384 \cdot 256$$

$$Energía_{Fluorescente}^{Aula} = 98.304 [kWh]$$

Con el valor referenciado de los 6 centavos de dólar, se procede a calcular el costo que generan las luminarias fluorescentes del aula con la ecuación (4).

Ecuación 4. Costo total del aula emitidas por las luminarias fluorescentes.

$$Costo_{Fluorescente}^{Aula} = (Energía_{Fluorescente}^{Aula}) \cdot (Costo_{kWh})$$

$$Costo_{Fluorescente}^{Aula} = (98.304) \cdot (0.06)$$

$$Costo_{Fluorescente}^{Aula} = 5.89824 [USD]$$

3.5.1.2. Cálculos de los gastos por laboratorios de las luminarias fluorescentes.

Los tres laboratorios asignados en este estudio se le estimó un valor de 7 horas en las cuales ocupan los estudiantes y docentes para impartir y recibir clases de Lunes a Viernes, y para los días Sábado se estimó un valor de 2 horas que son usadas las luminarias fluorescentes. En cada laboratorio existen 6 conjuntos de 2 tubos fluorescentes de 32 W.

Se procede a calcular la potencia total de las luminarias fluorescentes del laboratorio con la ecuación (5).

Ecuación 5. Potencia total del laboratorio con las luminarias fluorescentes.

$$Potencia_{Fluorescente}^{Laboratorio} = (\#_{Conjunto}) \cdot (\#_{Fluorescentes}) \cdot (Potencia_{Fluorescentes})$$

$$Potencia_{Fluorescente}^{Laboratorio} = (6) \cdot (2) \cdot (32)$$

$$Potencia_{Fluorescente}^{Laboratorio} = 384 [W]$$

Se procede a calcular el tiempo estimado por mes en la cual se encienden las luminarias fluorescentes del laboratorio con la ecuación (6).

Ecuación 6. Tiempo total del laboratorio con las luminarias fluorescentes encendidas.

$$Tiempo_{Fluorescente}^{Laboratorio} = [(Horas_{Laboral}^{Día} \cdot 5) + (Horas_{Sábados})] \cdot (\#Semanas)$$

$$Tiempo_{Fluorescente}^{Laboratorio} = [(7 \cdot 5) + (2)] \cdot (4)$$

$$Tiempo_{Fluorescente}^{Laboratorio} = 148 [horas]$$

Se procede a calcular la energía estimada de las luminarias fluorescentes del laboratorio con la ecuación (7).

Ecuación 7. Energía total del laboratorio emitidas por las luminarias fluorescentes.

$$Energía_{Fluorescente}^{Laboratorio} = (Potencia_{Fluorescente}^{Laboratorio}) \cdot (Tiempo_{Fluorescente}^{Laboratorio})$$

$$Energía_{Fluorescente}^{Laboratorio} = 384 \cdot 148$$

$$Energía_{Fluorescente}^{Laboratorio} = 56.832 [kWh]$$

Con el valor referenciado de los 6 centavos de dólar, se procede a calcular el costo que generan las luminarias fluorescentes del laboratorio con la ecuación (8).

Ecuación 8. Costo total del laboratorio emitidas por las luminarias fluorescentes.

$$Costo_{Fluorescente}^{Laboratorio} = (Energía_{Fluorescente}^{Laboratorio}) \cdot (Costo_{kWh})$$

$$Costo_{Fluorescente}^{Laboratorio} = (56.832) \cdot (0.06)$$

$$Costo_{Fluorescente}^{Laboratorio} = 3.40992 [USD]$$

3.5.1.3. Costo total de las luminarias fluorescentes.

Para determinar el cálculo total del gasto económico que conllevan las luminarias fluorescentes de los ocho espacios físicos procedemos a calcular mediante la ecuación (9).

Ecuación 9. Costo total de los ocho espacios físicos emitidos por las luminarias fluorescentes.

$$Costo_{Fluorescente}^{TOTAL} = (Costo_{Fluorescente}^{Laboratorio}) \cdot (\#Lab.) + (Costo_{Fluorescente}^{Aula}) \cdot (\#Aula)$$

$$Costo_{Fluorescente}^{TOTAL} = (3.40992) \cdot (3) + (5.89824) \cdot (5)$$

$$Costo_{Fluorescente}^{TOTAL} = 39.72096 [USD]$$

3.5.2. Gastos con las luminarias óptimas LED.

Se toma de referencia los ocho espacios físicos que corresponden a cinco aulas y tres laboratorios para determinar el gasto que emiten las luminarias óptimas de tipo LED que manejan una potencia de 60 W por panel.

3.5.2.1. Cálculos de los gastos por aula de las luminarias óptimas LED.

Las cinco aulas asignadas en este estudio se le estimó un valor de 12 horas en las cuales ocupan los estudiantes y docentes para impartir y recibir clases de Lunes a Viernes, y para los días Sábado se estimó un valor de 4 horas que son usadas las luminarias óptimas de tipo LED. En cada aula existen 6 conjuntos de 1 panel de LED de 60 W.

Se procede a calcular la potencia total de las luminarias óptimas del tipo LED del aula con la ecuación (10).

Ecuación 10. Potencia total del aula con las luminarias óptimas LED.

$$Potencia_{LED}^{Aula} = (\#_{Conjunto}) \cdot (Potencia_{LED})$$

$$Potencia_{LED}^{Aula} = (6) \cdot (60)$$

$$Potencia_{LED}^{Aula} = 360 [W]$$

Se procede a calcular el tiempo estimado por mes en la cual se encienden las luminarias óptimas del tipo LED del aula con la ecuación (11).

Ecuación 11. Tiempo total del aula con las luminarias óptimas LED encendidas.

$$Tiempo_{LED}^{Aula} = [(Horas_{Laboral}^{Día} \cdot 5) + (Horas_{Sábados})] \cdot (\#_{Semanas})$$

$$Tiempo_{LED}^{Aula} = [(12 \cdot 5) + (4)] \cdot (4)$$

$$Tiempo_{LED}^{Aula} = 256 [horas]$$

Se procede a calcular la energía estimada de las luminarias óptimas del tipo LED del aula con la ecuación (12).

Ecuación 12. Energía total del aula emitidas por las luminarias óptimas LED.

$$Energía_{LED}^{Aula} = (Potencia_{LED}^{Aula}) \cdot (Tiempo_{LED}^{Aula})$$

$$Energía_{LED}^{Aula} = 360 \cdot 256$$

$$Energía_{LED}^{Aula} = 92.160 [kWh]$$

Con el valor referenciado de los 6 centavos de dólar, se procede a calcular el costo que generan las luminarias óptimas del tipo LED del aula con la ecuación (13).

Ecuación 13. Costo total del aula emitidas por las luminarias óptimas LED.

$$\text{Costo}_{LED}^{Aula} = (\text{Energía}_{LED}^{Aula}) \cdot (\text{Costo}_{kWh})$$

$$\text{Costo}_{LED}^{Aula} = (92.160) \cdot (0.06)$$

$$\text{Costo}_{LED}^{Aula} = 5.5296 \text{ [USD]}$$

3.5.2.2. Cálculos de los gastos por laboratorios de las luminarias óptimas del tipo LED.

Los tres laboratorios asignados en este estudio se le estimó un valor de 7 horas en las cuales ocupan los estudiantes y docentes para impartir y recibir clases de Lunes a Viernes, y para los días Sábado se estimó un valor de 2 horas que son usadas las luminarias óptimas del tipo LED. En cada laboratorio existen 6 conjuntos de 1 panel de LED de 60 W.

Se procede a calcular la potencia total de las luminarias óptimas del tipo LED del laboratorio con la ecuación (14).

Ecuación 14. Potencia total del laboratorio con las luminarias óptimas LED.

$$\text{Potencia}_{LED}^{Laboratorio} = (\#_{Conjunto}) \cdot (\text{Potencia}_{LED})$$

$$\text{Potencia}_{LED}^{Laboratorio} = (6) \cdot (60)$$

$$\text{Potencia}_{LED}^{Laboratorio} = 360 \text{ [W]}$$

Se procede a calcular el tiempo estimado por mes en la cual se encienden las luminarias óptimas del tipo LED del laboratorio con la ecuación (15).

Ecuación 15. Tiempo total del laboratorio con las luminarias óptimas LED encendidas.

$$\text{Tiempo}_{LED}^{Laboratorio} = [(\text{Horas}_{Laboral}^{Día} \cdot 5) + (\text{Horas}_{Sábados})] \cdot (\#_{semanas})$$

$$\text{Tiempo}_{LED}^{Laboratorio} = [(7 \cdot 5) + (2)] \cdot (4)$$

$$\text{Tiempo}_{LED}^{Laboratorio} = 148 \text{ [horas]}$$

Se procede a calcular la energía estimada de las luminarias óptimas del tipo LED del laboratorio con la ecuación (16).

Ecuación 16. Energía total del laboratorio emitidas por las luminarias óptimas LED.

$$Energía_{LED}^{Laboratorio} = (Potencia_{LED}^{Laboratorio}) \cdot (Tiempo_{LED}^{Laboratorio})$$

$$Energía_{LED}^{Laboratorio} = 360 \cdot 148$$

$$Energía_{LED}^{Laboratorio} = 53.280 [kWh]$$

Con el valor referenciado de los 6 centavos de dólar, se procede a calcular el costo que generan las luminarias óptimas del tipo LED del laboratorio con la ecuación (17).

Ecuación 17. Costo total del laboratorio emitido por las luminarias óptimas LED.

$$Costo_{LED}^{Laboratorio} = (Energía_{LED}^{Laboratorio}) \cdot (Costo_{kWh})$$

$$Costo_{LED}^{Laboratorio} = (53.280) \cdot (0.06)$$

$$Costo_{LED}^{Laboratorio} = 3.1968 [USD]$$

3.5.2.3. Costo total de las luminarias óptimas del tipo LED.

Para determinar el cálculo total del gasto económico que conllevan las luminarias óptimas del tipo LED de los ocho espacios físicos procedemos a calcular mediante la ecuación (18).

Ecuación 18. Costo total de los ocho espacios físicos emitidos por las luminarias óptimas LED.

$$Costo_{LED}^{TOTAL} = (Costo_{LED}^{Laboratorio}) \cdot (\#_{Lab.}) + (Costo_{LED}^{Aula}) \cdot (\#_{Aula})$$

$$Costo_{LED}^{TOTAL} = (3.1968) \cdot (3) + (5.5296) \cdot (5)$$

$$Costo_{LED}^{TOTAL} = 37.2384 [USD]$$

3.5.3. Ahorro económico con respecto al cambio de fluorescente a LED.

Con los cálculos descritos en los ítems 3.5.1. y 3.5.2., se logra determinar un ahorro económico si se cambiará el tipo de luminarias de fluorescentes a LED de todos los espacios físicos que se encuentran en los diversos bloques de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario. En la ecuación (19) se presenta el ahorro económico para el caso de estudio de los ocho espacios físicos que son cinco aulas y tres laboratorios.

Ecuación 19. Ahorro económico con respecto al cambio de fluorescente a LED.

$$Ahorro_{Económico}^{TOTAL} = (Costo_{Fluorescente}^{TOTAL}) - (Costo_{LED}^{TOTAL})$$

$$Ahorro_{Económico}^{TOTAL} = (39.72096) - (37.2384)$$

$$Ahorro_{Económico}^{TOTAL} = 2.48256 [USD]$$

Se logra evidenciar que realizando el cambio de fluorescente a LED, se establece un ahorro de aproximadamente \$2.50 mensualmente de los ocho espacios físicos del Bloque B, de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario.

CAPÍTULO IV

4. PROYECTOS LUMINOTÉCNICOS Y GUÍA PRÁCTICA.

4.1. Proyectos luminotécnicos con el software DIALux EVO.

Los proyectos luminotécnicos desarrollados con el software de DIALux EVO, ayudan a la ergonomía óptica tal como lo afirma el Instituto Nacional de Seguridad en el Trabajo del país de España [26], dado que si se presencia una iluminación inadecuada constituye un riesgo en cuanto a la apreciación errónea de la posición, velocidad o forma de un objeto, y esto podría ocasionar algún error en el proceder físico de una persona y causar algún tipo de accidente. Es de suma importancia recalcar que los proyectos presentados en este documento están basados en la lectura, y cálculos de únicamente las luminarias que conforman los espacios físicos como son las aulas y laboratorios del bloque B, de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario. En las siguientes cuatro figuras se dan a conocer las vistas del bloque B donde se realizó el estudio técnico.



Figura 75. Vista frontal del bloque B.

Fuente: El autor.



Figura 76. Vista lateral derecha del bloque B.

Fuente: El autor.

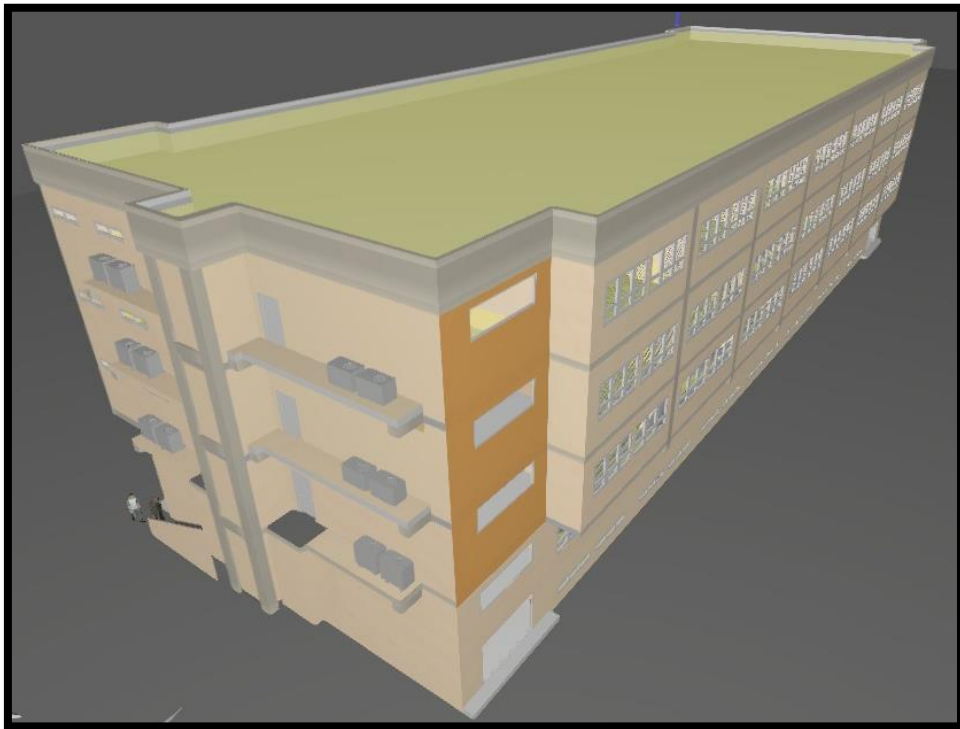


Figura 77. Vista lateral izquierda del bloque B.

Fuente: El autor.



Figura 78. Vista trasera del bloque B de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario.

Fuente: El autor.

4.1.1. Ejecución de proyectos a mediana escala.

Para la ejecución de un proyecto a mediana escala, se puede tomar de referencia todos los espacios físicos que conforman la planta baja del Bloque B, de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Sur, que en este caso sería 13 aulas. Y con la ecuación (12) se tiene la energía que consume un aula con las luminarias óptimas LED, y con esto se procede a calcular la energía que consumen las 13 aulas con la ecuación (20).

Ecuación 20. Energía total de las 13 aulas con las luminarias óptimas LED, de la planta baja del bloque B.

$$Energía\ Total_{LED}^{PB} = (Energía_{LED}^{Aula}) \cdot (\# Aulas_{LED}^{PB})$$

$$Energía\ Total_{LED}^{PB} = 92.160 \cdot 13$$

$$Energía\ Total_{LED}^{PB} = 1198.08 [kWh]$$

En la figura 79 se indica la simulación de las 13 aulas de la planta baja del bloque B, de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Sur.

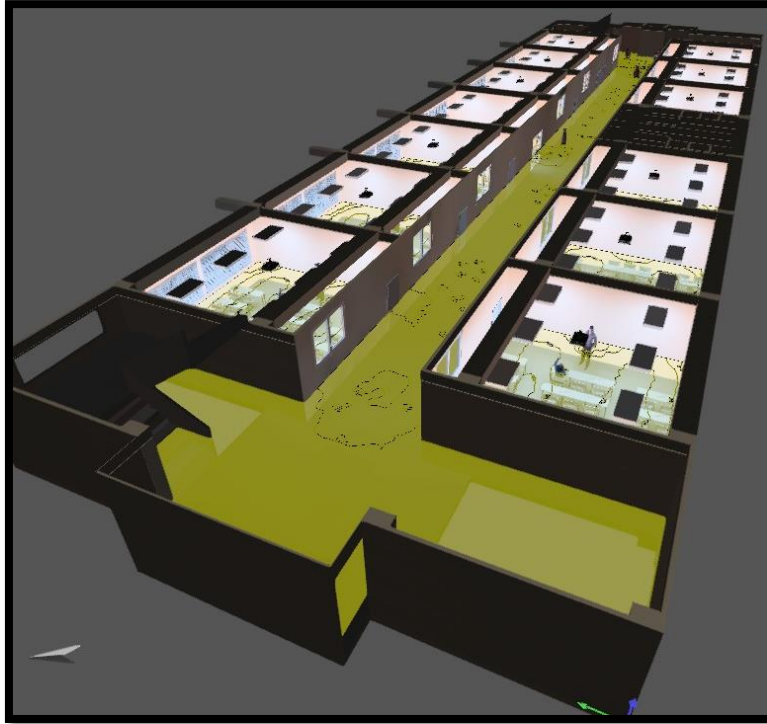


Figura 79. Simulación con las luminarias óptimas LED de las 13 aulas de la planta baja del bloque B.

Fuente: El autor.

4.1.2. Costo económico en proyectos a mediana escala.

Una vez determinada la energía que consume un proyecto a mediana escala como el que se indica en el ítem 4.1.1., se procede a calcular el costo económico del proyecto a mediana escala con la ecuación (21).

Ecuación 21. Costo total de las luminarias óptimas LED de la planta baja del bloque B.

$$\text{Costo Total}_{LED}^{PB} = (\text{Energía Total}_{LED}^{PB}) \cdot (\text{Costo}_{kWh})$$

$$\text{Costo Total}_{LED}^{PB} = (1198.08) \cdot (0.06)$$

$$\text{Costo Total}_{LED}^{PB} = 71.8848 \text{ [USD]}$$

Cabe recalcar que el resultado de la ecuación 21 del costo total de las luminarias óptimas tipo LED de la planta baja del bloque B, de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Sur, es únicamente de las luminarias, dejando afuera otro consumo energético como podría ser; tomacorrientes, proyectores, aires acondicionados y entre otros.

4.1.3. Ejecución de proyectos a gran escala.

Para la ejecución de un proyecto a gran escala, se puede tomar de referencia todos los espacios físicos que conforman la planta baja que cuenta con 13 aulas y las plantas altas; 1, 2 y 3 que cuentan con 14 aulas y/o laboratorios cada planta, dando un total de 55 aulas y/o laboratorios en el Bloque B, de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Sur. Y con ello se procede a calcular la energía que consume todo el bloque B con la ecuación (22).

Ecuación 22. Energía total de las luminarias óptimas LED de todo el bloque B.

$$Energía\ Total_{LED}^{Bloque\ B} = (Energía_{LED}^{Aula}) \cdot (\#\ Aulas_{LED}^{Pisos})$$

$$Energía\ Total_{LED}^{Bloque\ B} = 92.160 \cdot 55$$

$$Energía\ Total_{LED}^{Bloque\ B} = 5068.80\ [kWh]$$

En la figura 80 se presenta la simulación de la planta alta nivel 1 del bloque B, de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Sur.

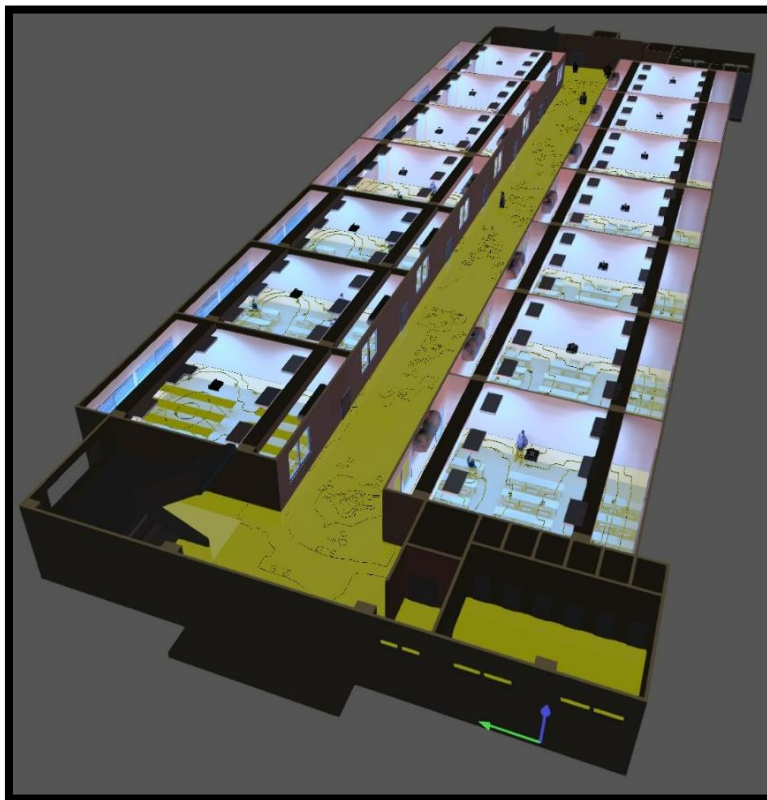


Figura 80. Simulación con las luminarias óptimas LED de la planta nivel 1 del bloque B.

Fuente: El autor.

En la figura 81 se observa la simulación de la planta alta nivel 2 del bloque B, de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Sur.

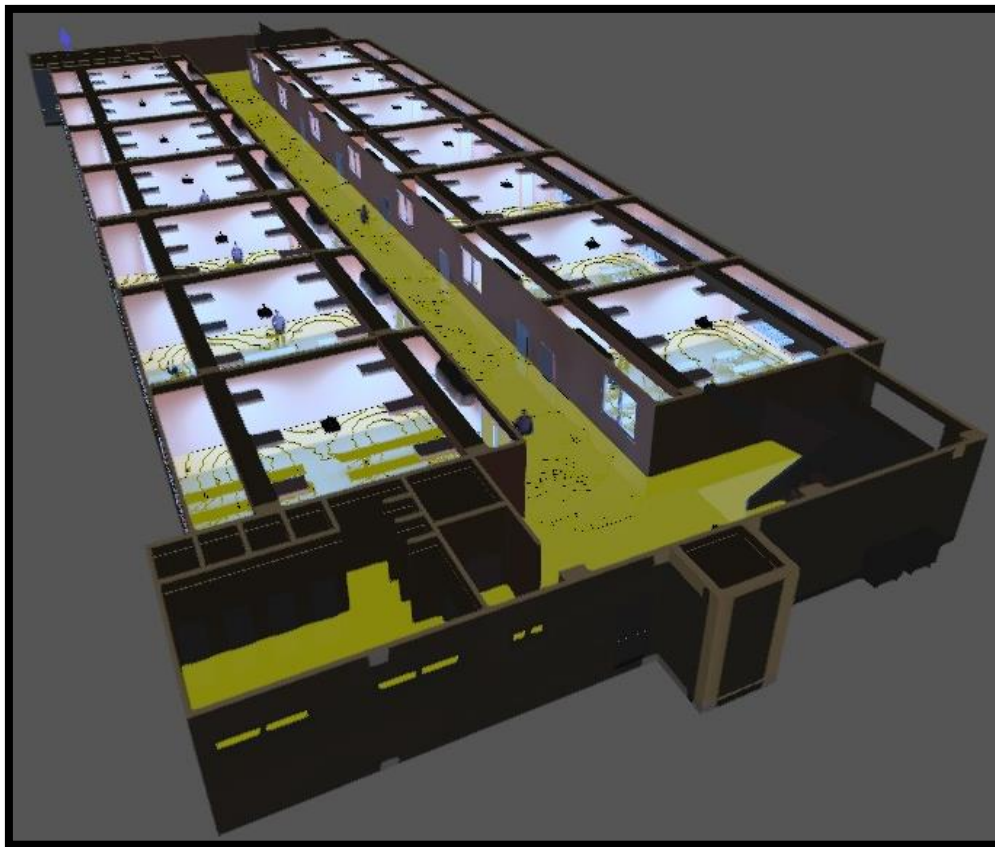


Figura 81. Simulación con las luminarias óptimas LED de la planta nivel 2 del bloque B.

Fuente: El autor.

En la figura 82 se ilustra la simulación de la planta alta nivel 3 del bloque B, de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Sur.

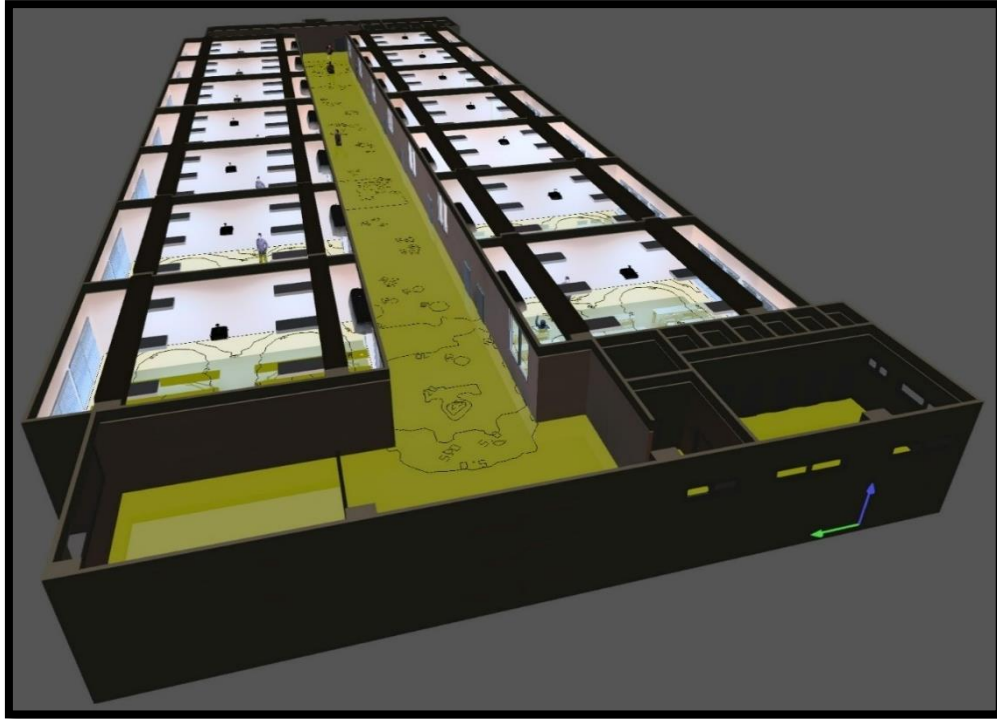


Figura 82. Simulación con las luminarias óptimas LED de la planta nivel 3 del bloque B.

Fuente: El autor.

4.1.4. Costo económico en proyectos a gran escala.

Una vez determinada la energía que consume un proyecto a gran escala como el que se da a conocer en el ítem 4.1.3., se procede a calcular el costo económico del proyecto a gran escala con la ecuación (23).

Ecuación 23. Costo total de las luminarias óptimas LED de todo el bloque B.

$$\text{Costo Total}_{LED}^{\text{Bloque B}} = (\text{Energía Total}_{LED}^{\text{Bloque B}}) \cdot (\text{Costo}_{kWh})$$

$$\text{Costo Total}_{LED}^{\text{Bloque B}} = (5068.80) \cdot (0.06)$$

$$\text{Costo Total}_{LED}^{\text{Bloque B}} = 304.128 \text{ [USD]}$$

Cabe recalcar que el resultado de la ecuación 23 del costo total de las luminarias óptimas tipo LED de todo el bloque B, de la UPS, Sede GYE, Campus Centenario Sur, es únicamente de las luminarias, dejando afuera otro consumo energético como podría ser; tomacorrientes, proyectores, aires acondicionados y entre otros.

4.1.5. Comparación económica en proyectos.

Con los resultados obtenidos en los cálculos de los costos indicados en los ítems 4.1.2. y 4.1.4., se puede evidenciar que la comparación económica entre ambos proyectos será mayor el de gran escala, dado que se aplicará en más espacios físicos y en más pisos.

Cabe indicar que los cálculos de costos solo se toman en cuenta la parte energética, la parte de mano de obra, instalación e ingeniería son valores separados que no se ven reflejados en este estudio de TT con modalidad de PT.

4.2. Guía práctica con el software DIALux EVO.

En esta sección se presentan los pasos necesarios para realizar un proyecto o una práctica con el software de DIALux EVO.

4.2.1. Paso Número 1: Verificación de capacidad de la laptop a instalar el software.

Es de suma importancia verificar la capacidad e información de la máquina o la laptop para la accesibilidad del programa DIALux EVO tal como se muestra en la figura 83.



Figura 83. Información necesaria para la instalación correcta del software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

4.2.2. Paso Número 2: Buscar el software DIALux EVO.

Se procede a buscar el software DIALux EVO en cualquier navegador de internet tal como se detalla en la figura 84.

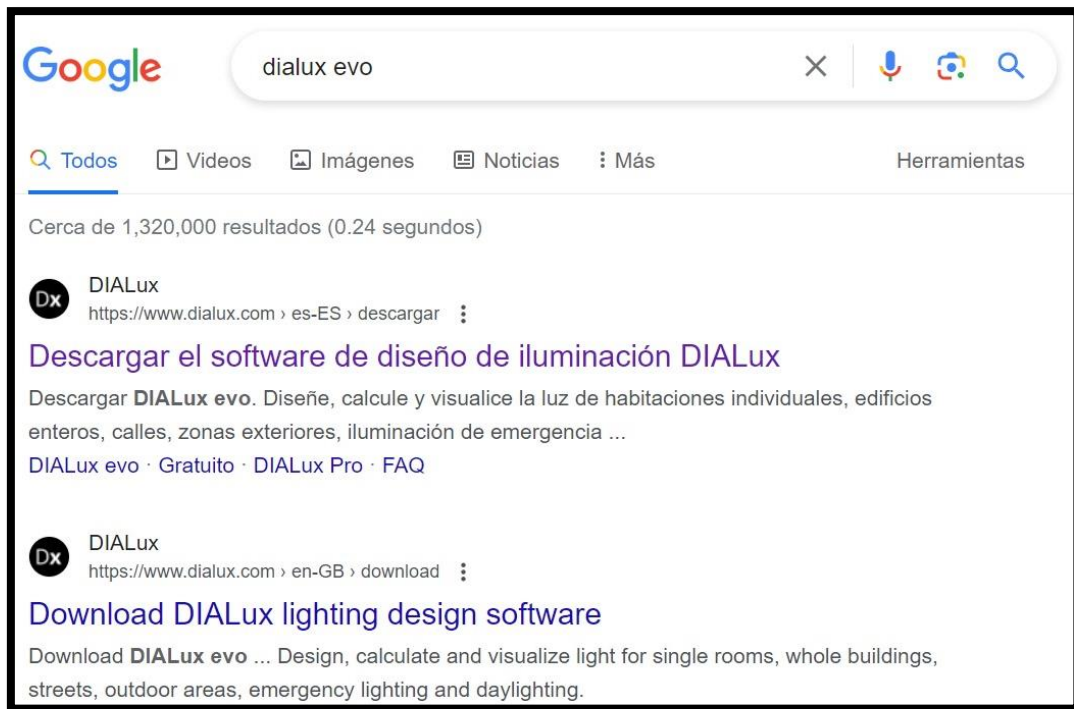


Figura 84. Información necesaria para la instalación correcta del software DIALux EVO.

Fuente: [27].

4.2.3. Paso Número 3: Descargar el software DIALux EVO.

Una vez encontrado el enlace del software DIALux EVO, se procede a descargar tal como se da a conocer en la figura 85.

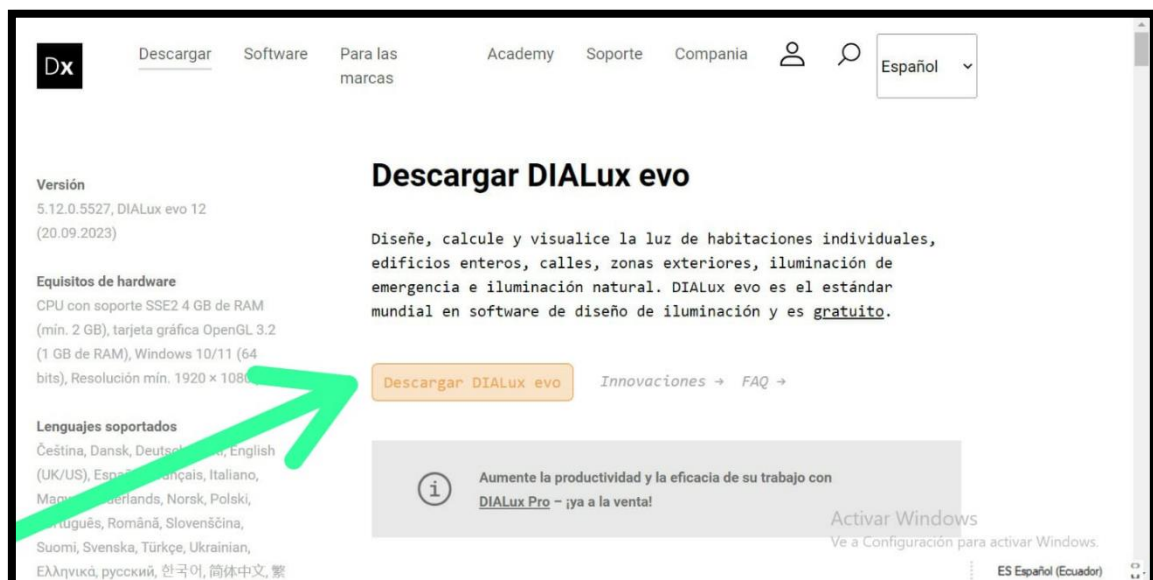


Figura 85. Página principal para la descarga del software DIALux EVO.

Fuente: [28].

Se comienza con la descarga del paquete de instalación del software DIALux EVO, tal como se indica en la figura 86.

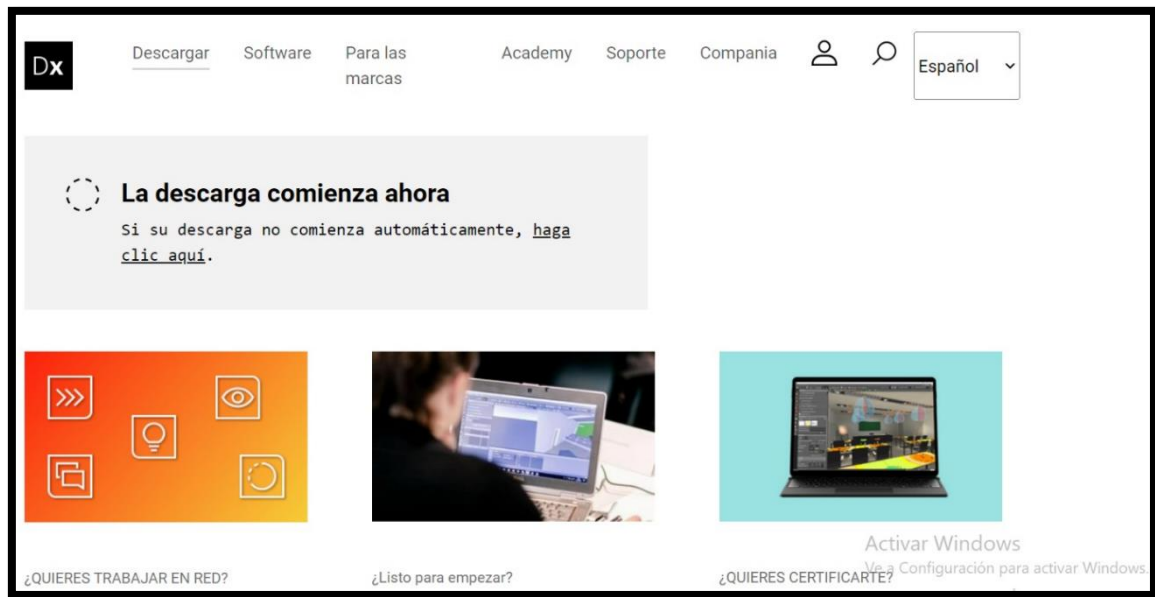


Figura 86. Descarga del paquete de instalación del software DIALux EVO.

Fuente: [28].

Se procede a esperar unos minutos hasta que la carga finalice tal como se presenta en la figura 87.

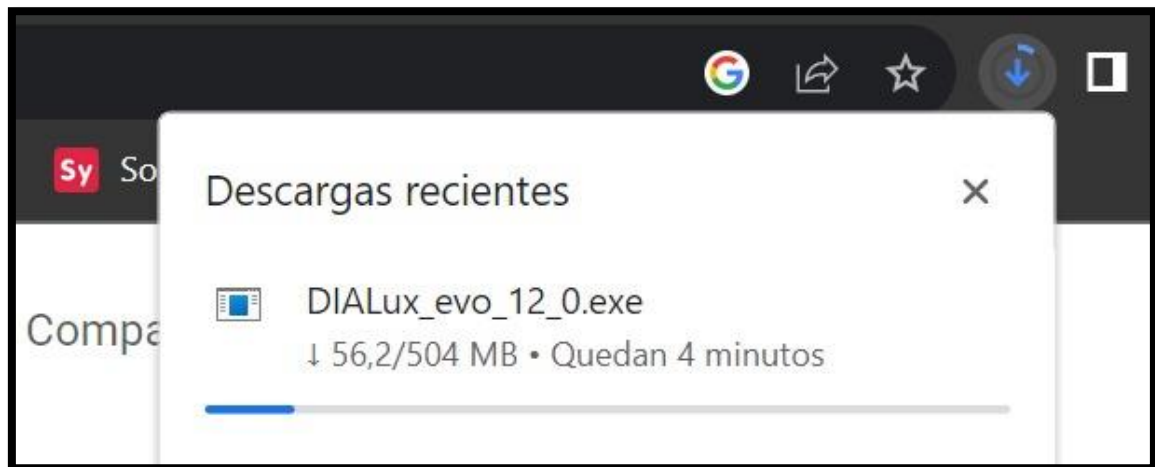


Figura 87. Tiempo de la descarga del paquete de instalación del software DIALux EVO.

Fuente: [28].

Una vez finalizado el tiempo de descarga del paquete de instalación del programa DIALux EVO, se procede a verificar en la carpeta de descarga el paquete para su debida instalación en la laptop tal como se observa en la figura 88.

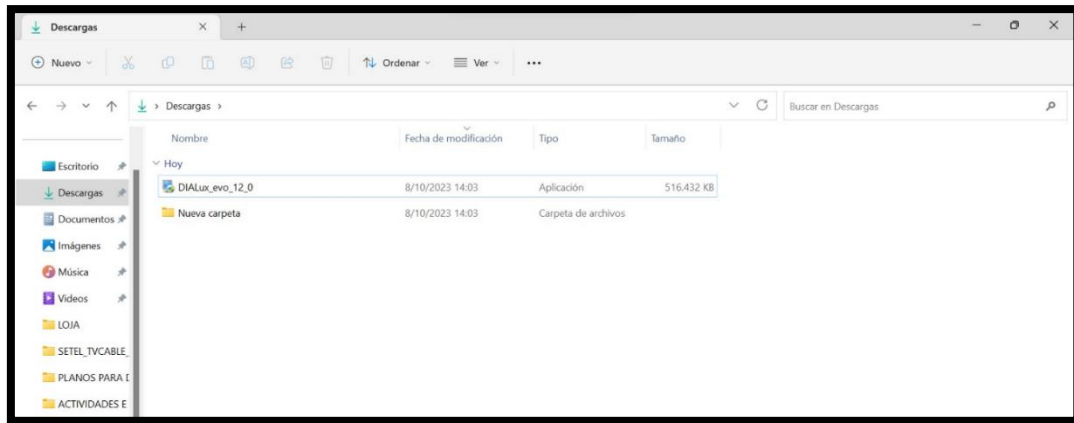


Figura 88. Paquete de instalación del software DIALux EVO en la carpeta “Descargas”.

Fuente: El autor.

4.2.4. Paso Número 4: Ejecución del software DIALux EVO.

Una vez instalado correctamente el software de DIALux EVO, se procede a abrir el programa dando doble clic en el ícono del software tal como se ilustra en la figura 89.

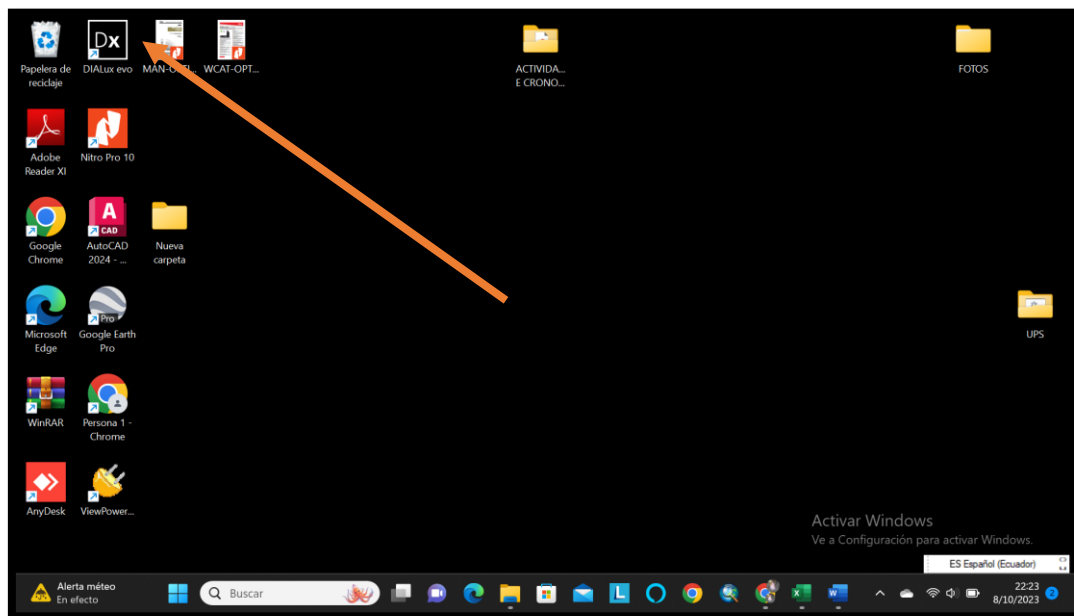


Figura 89. Se abre el software DIALux EVO dando doble clic en el ícono del software.

Fuente: El autor.

Una vez ejecutado el software de DIALux EVO se debe de esperar un tiempo determinado de arranque para poder acceder tal como se muestra en la figura 90.

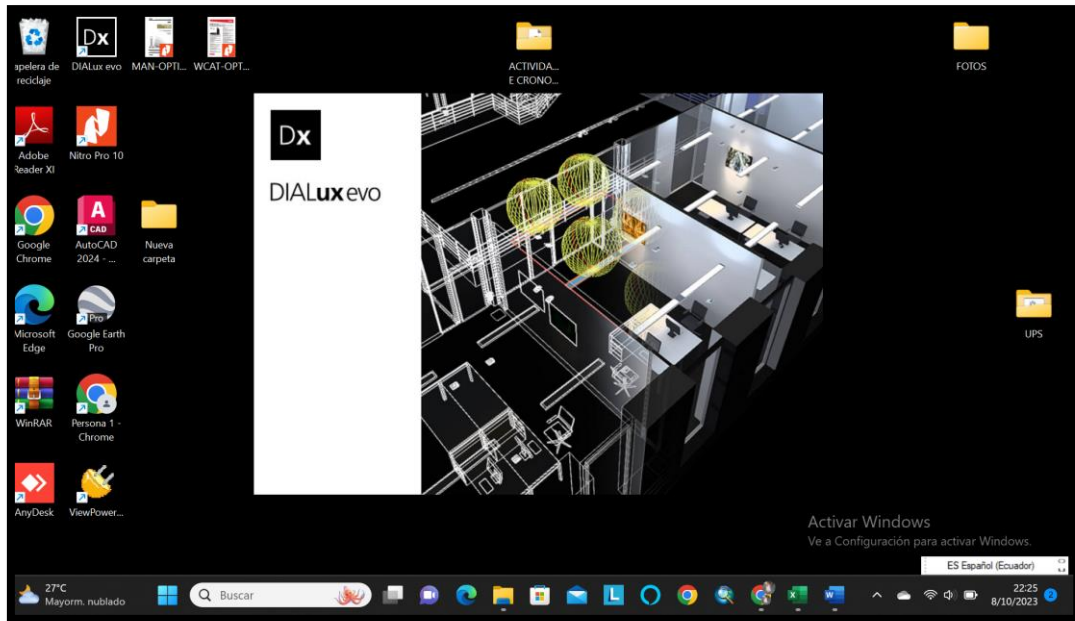


Figura 90. Tiempo de espera para el arranque del software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una vez abierto el software DIALux EVO, se verifica un mensaje de bienvenida tal como se detalla en la figura 91.

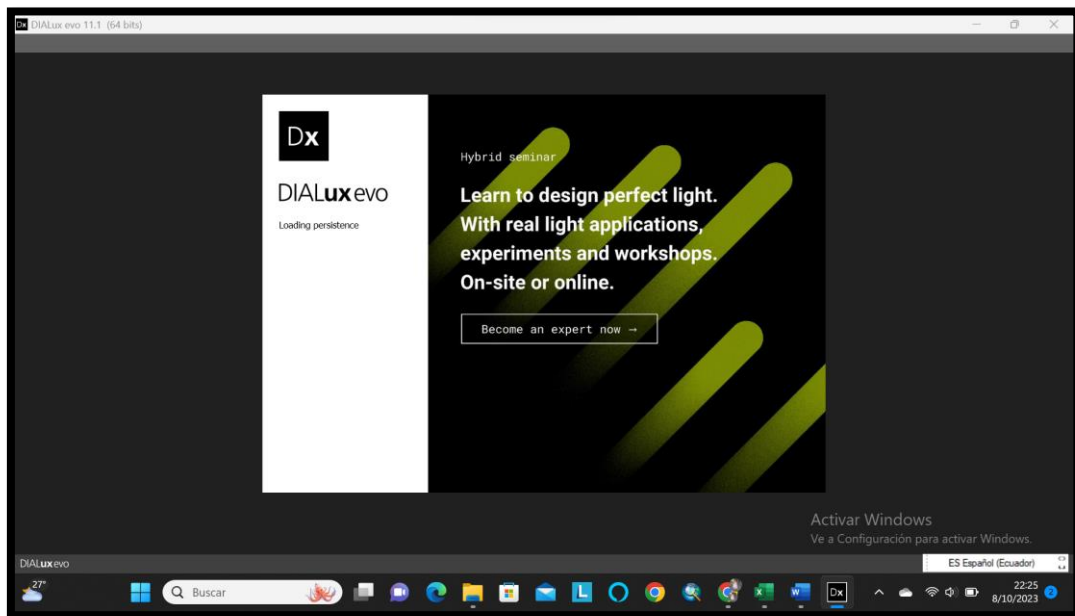


Figura 91. Pantalla de inicio del software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

4.2.5. Paso Número 5: Creación de un proyecto del software DIALux EVO.

Una vez abierto el software DIALux EVO, en la pantalla principal hay diversas opciones que se pueden escoger tal como se da a conocer en la figura 92.

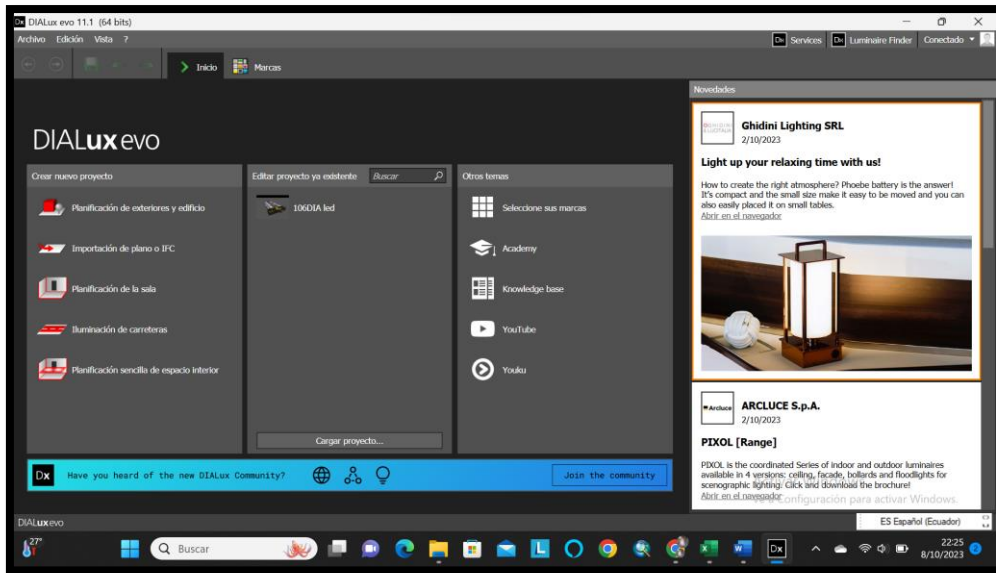


Figura 92. Pantalla principal del software DIALux EVO con diversas opciones.

Fuente: El autor.

Se procede a dar clic en archivo y posterior a escoger un nuevo proyecto tal como se indica en la figura 93.

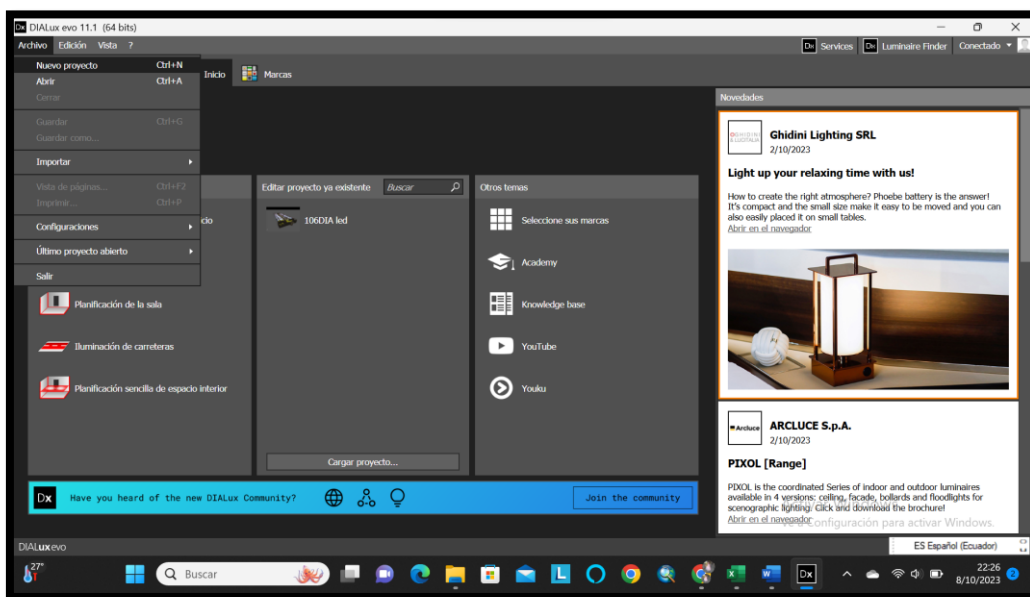


Figura 93. Se escoge un nuevo proyecto ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una vez escogido el proyecto se visualiza un espacio blanco para poder crear y dimensionar el proyecto a realizar tal como se presenta en la figura 94.

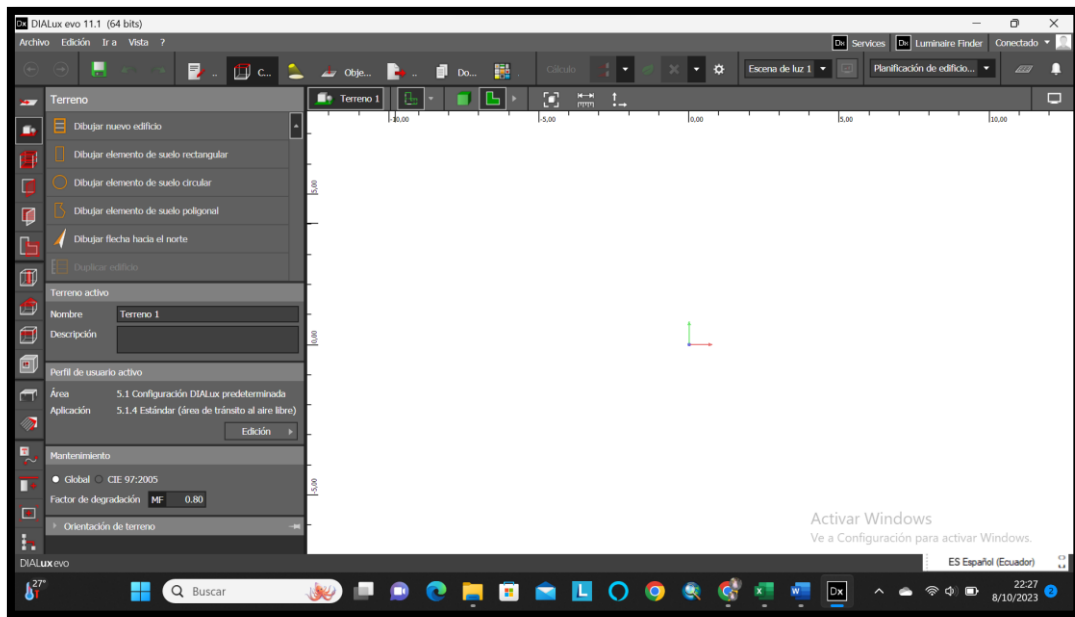


Figura 94. Se dimensiona el proyecto existente ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Se procede a dar clic en el icono de carga plano y seleccionar plano a dibujar dentro del espacio en blanco del proyecto tal como se observa en la figura 95.

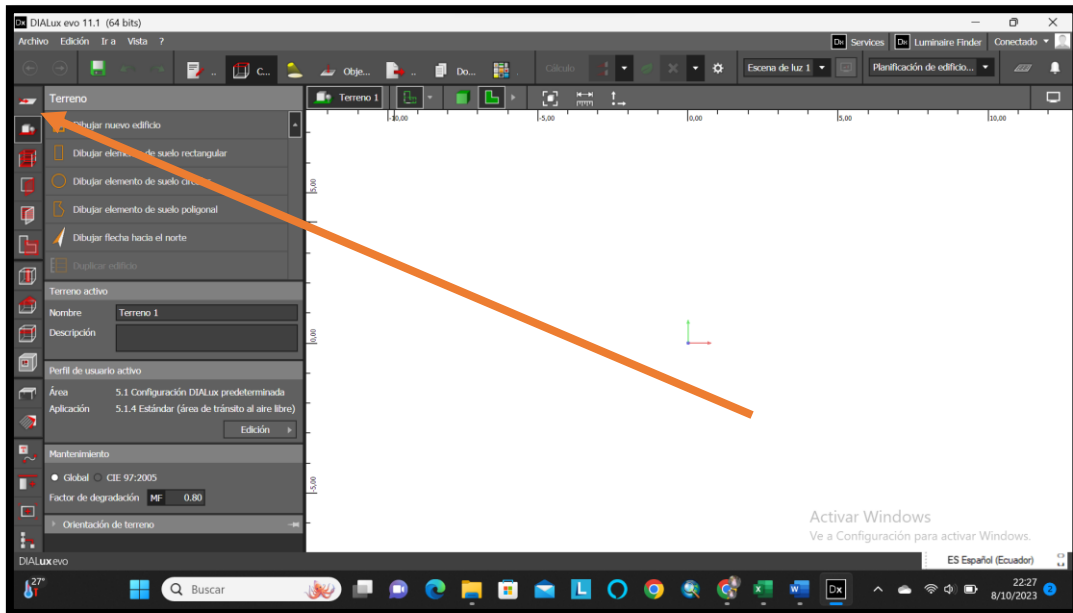


Figura 95. Se carga el plano a dibujar en el proyecto existente ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Se espera unos minutos hasta que se cargue el plano completamente tal como se ilustra en la figura 96,

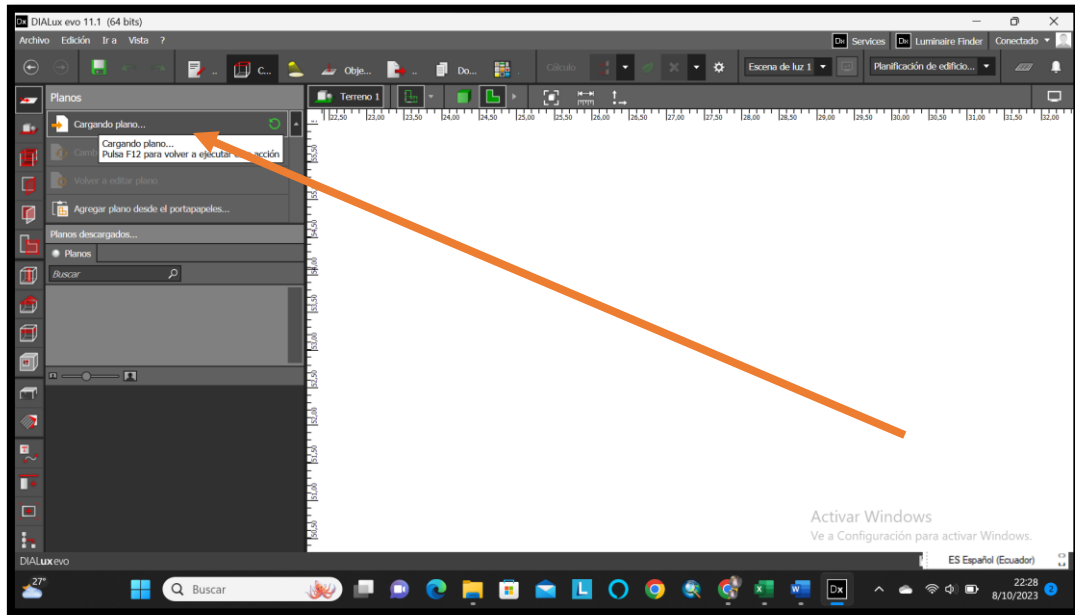


Figura 96. Se espera unos minutos a que cargue el plano ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una vez cargado el plano se debe de seleccionar la escala tal como se muestra en la figura 97.

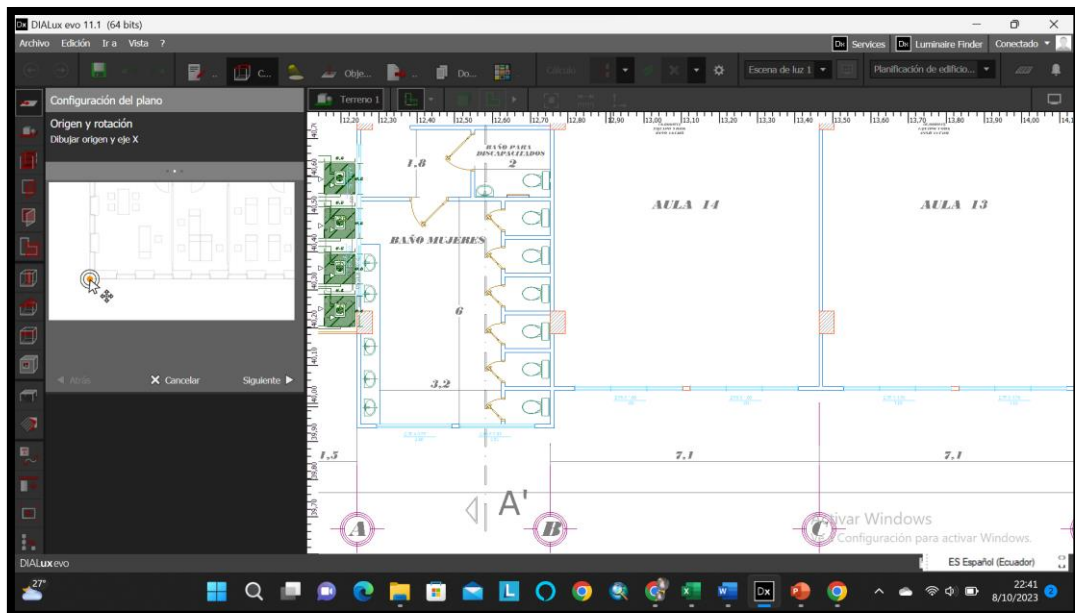


Figura 97. Se selecciona la escala en el plano ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una vez seleccionado el plano, se debe seleccionar en “Dibujar nuevo edificio”, tal como se detalla en la figura 98.

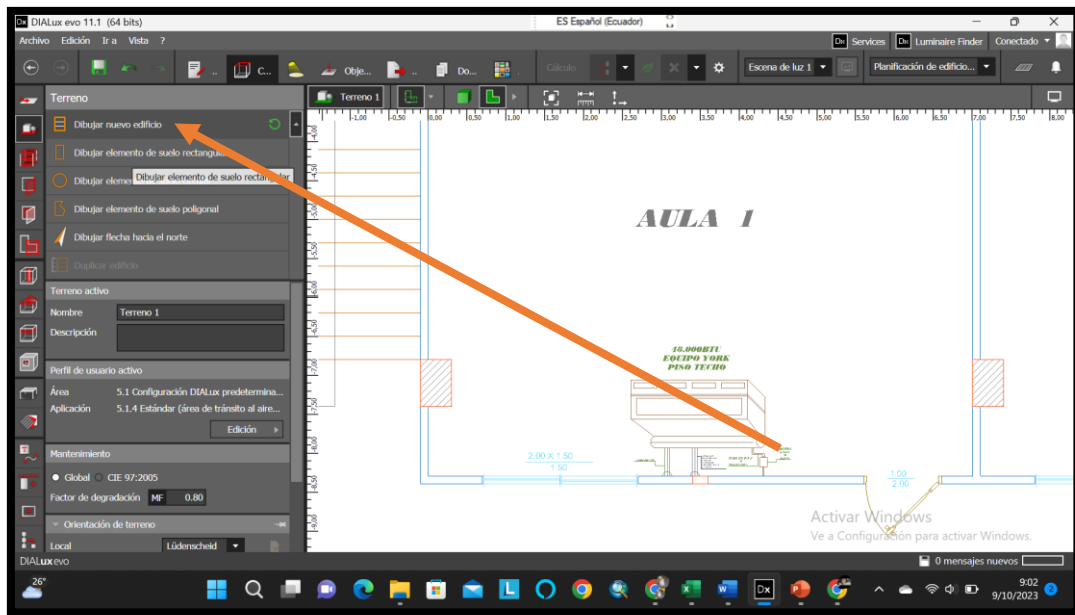


Figura 98. Se selecciona “Dibujar nuevo edificio” ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Posterior se debe posicionar en cada esquina y luego se selecciona la altura respectiva, tal como se da a conocer en las siguientes figuras.

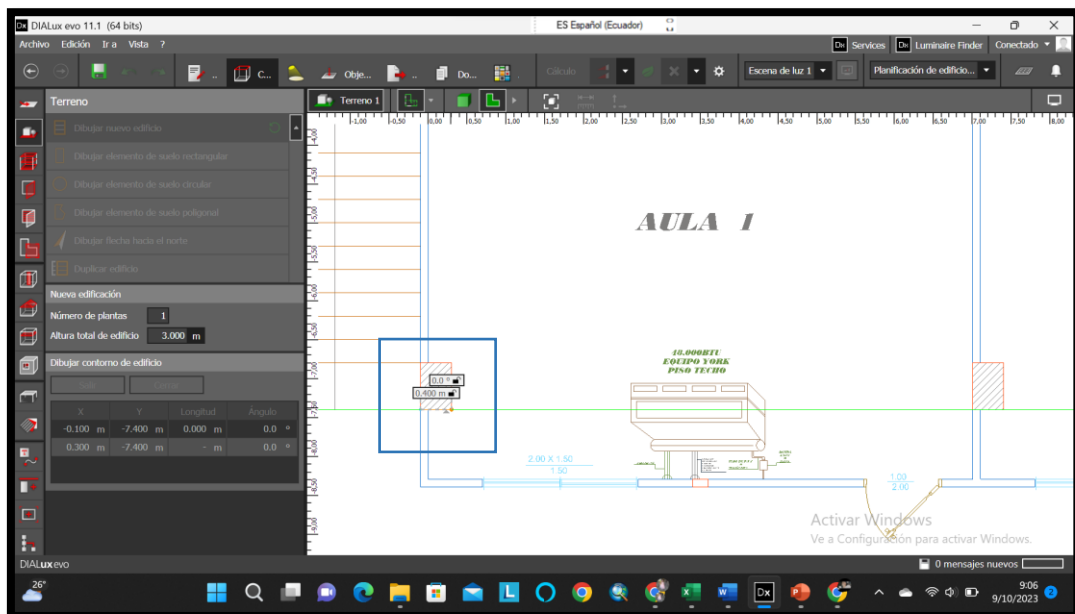


Figura 99. Se posiciona la esquina izquierda ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

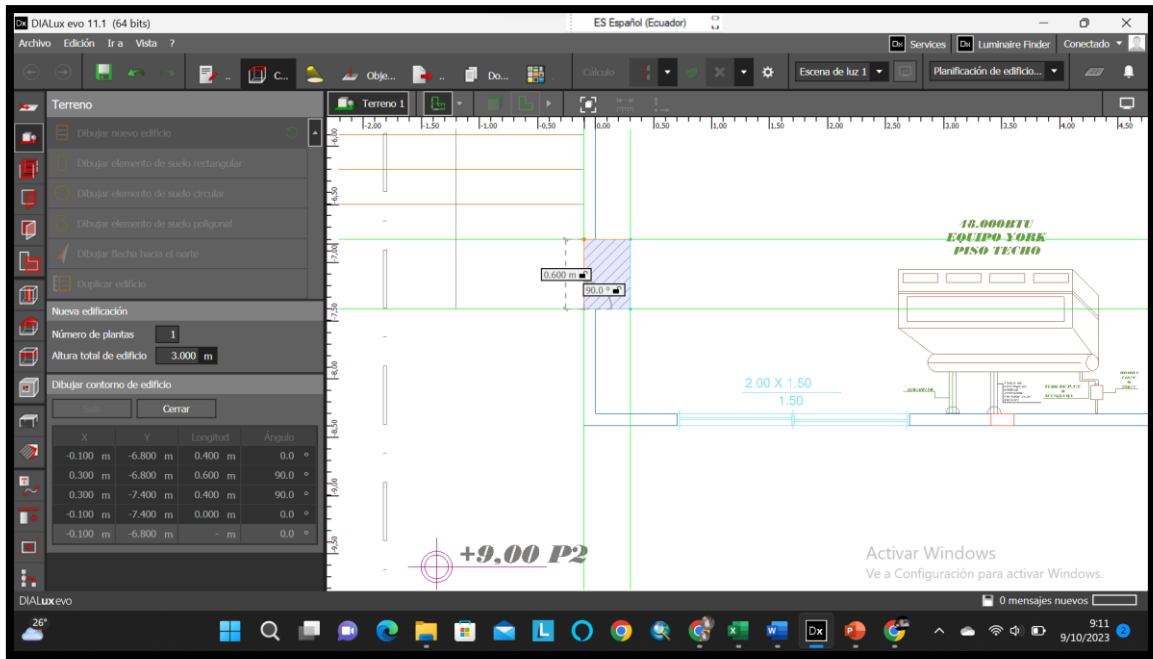


Figura 100. Se posiciona la esquina central ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

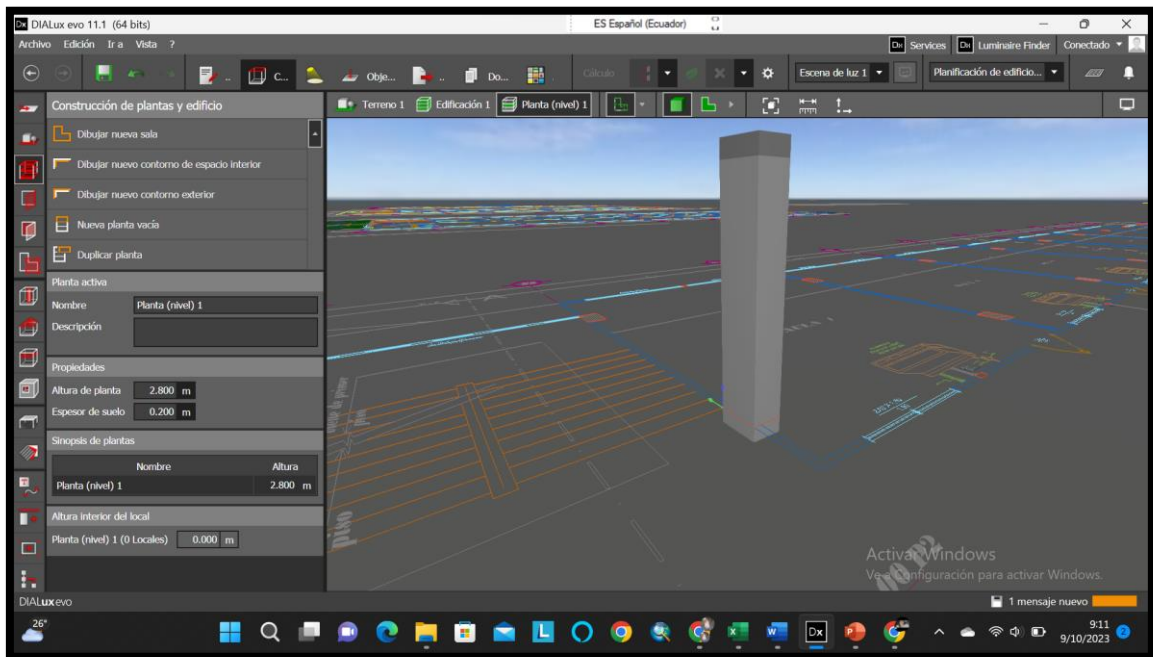


Figura 101. Se asigna la altura respectiva ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

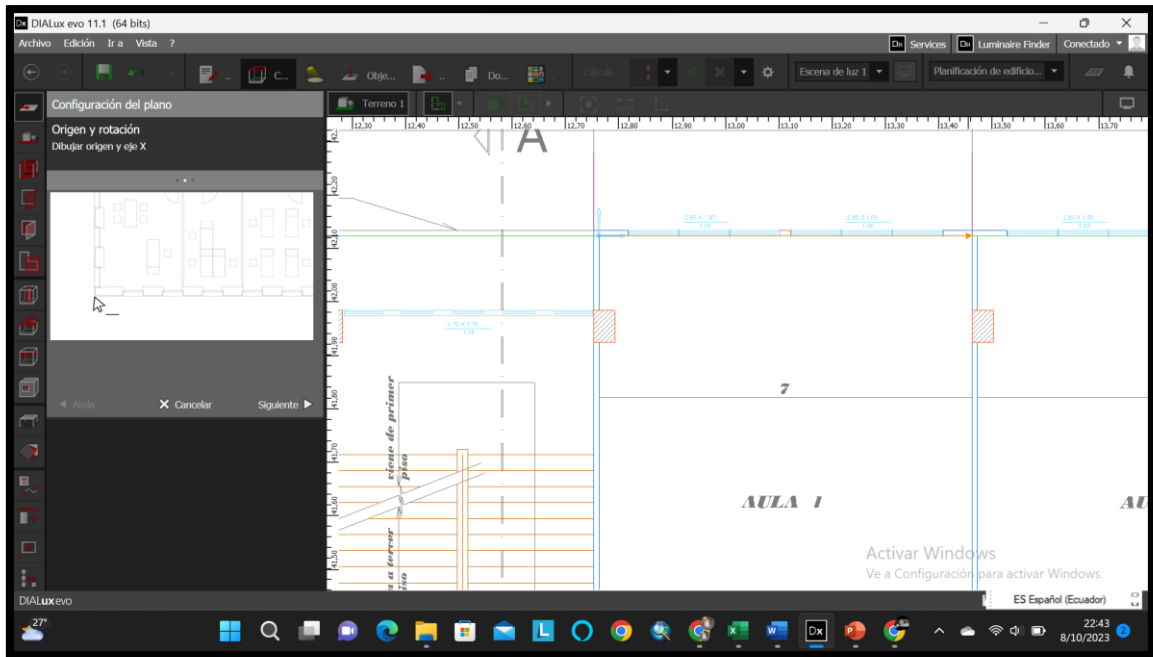


Figura 102. Se configura el plano con sus medidas del aula ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

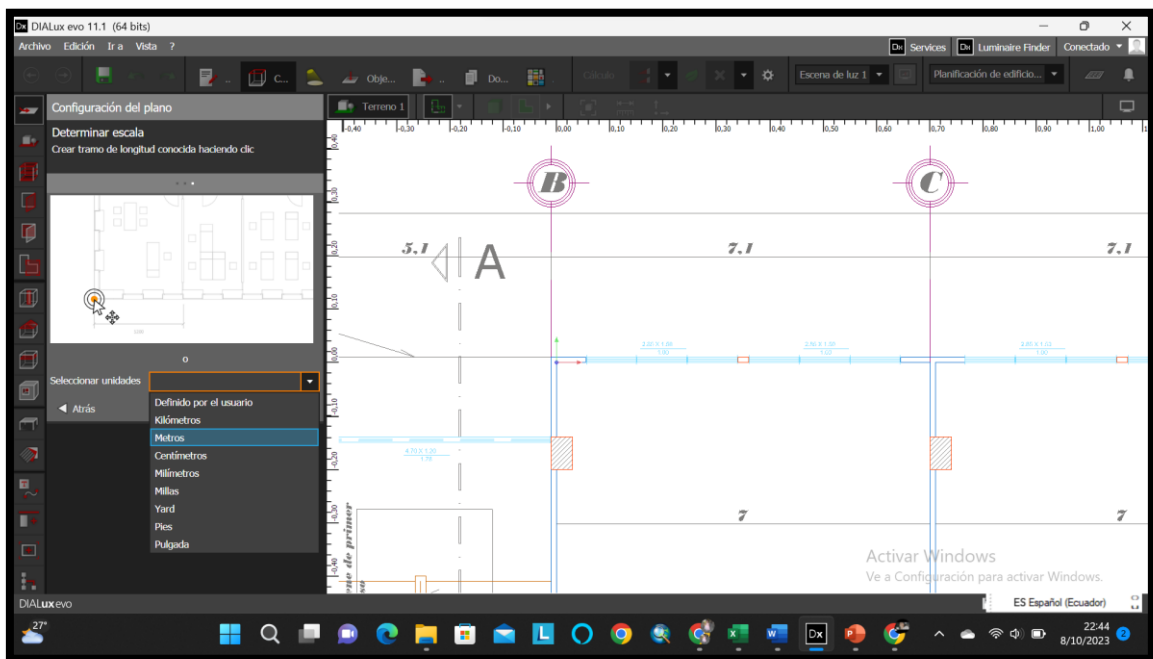


Figura 103. Se configuran las mediciones en metros del aula ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

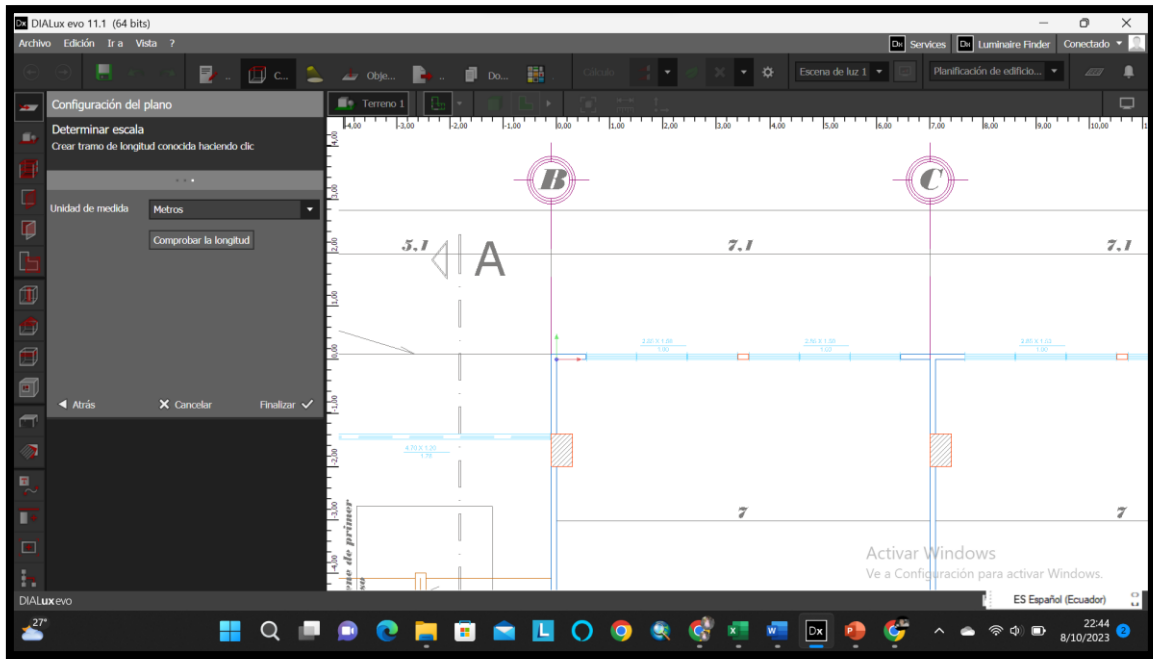


Figura 104. Mediciones en metros del aula ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

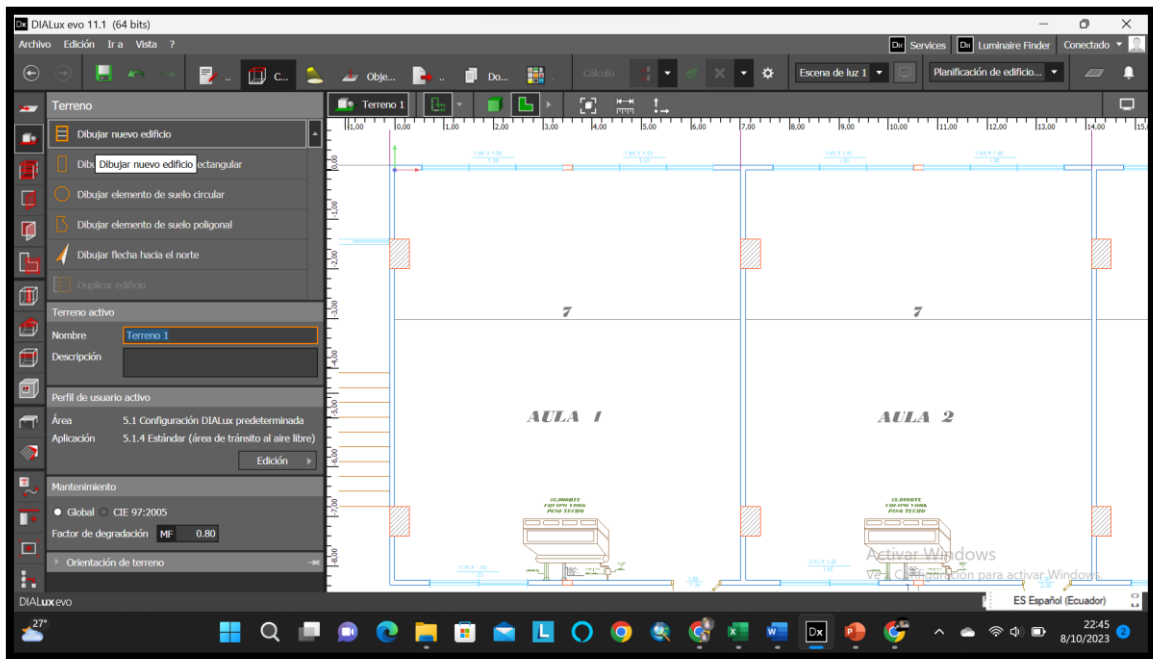


Figura 105. Terreno definido en las aulas ingresado en DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una vez definido las medidas y terreno, se procede a realizar el cambio de vista en el menú de proyección, tal como se indica en la figura 106.

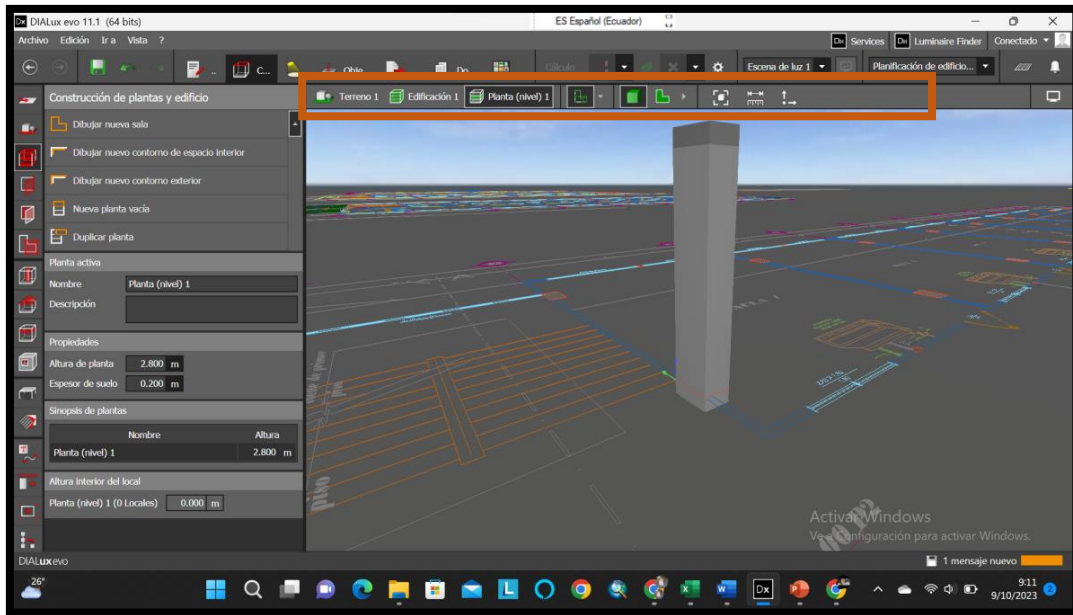


Figura 106. Cambios de vista en el menú de proyección en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Se procede a modificar la altura en función a la necesidad del aula, tal como se presenta en la figura 107.

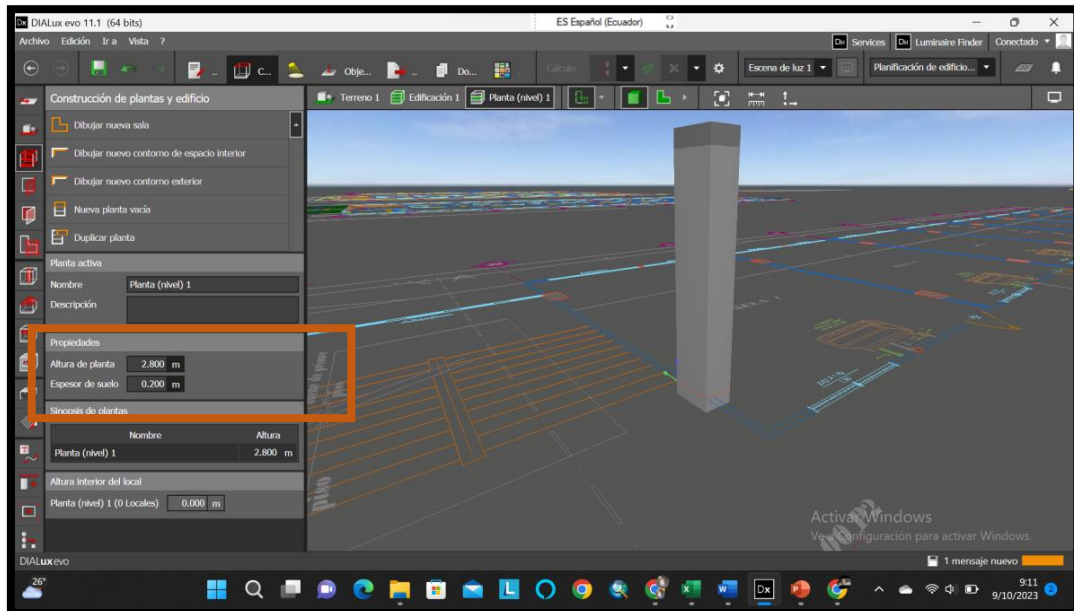


Figura 107. Modificación de la altura en función del aula en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Se procede a agregar puertas y ventanas, según sea la necesidad del espacio físico en la opción de modificación de medidas tal como se observa en la figura 107.

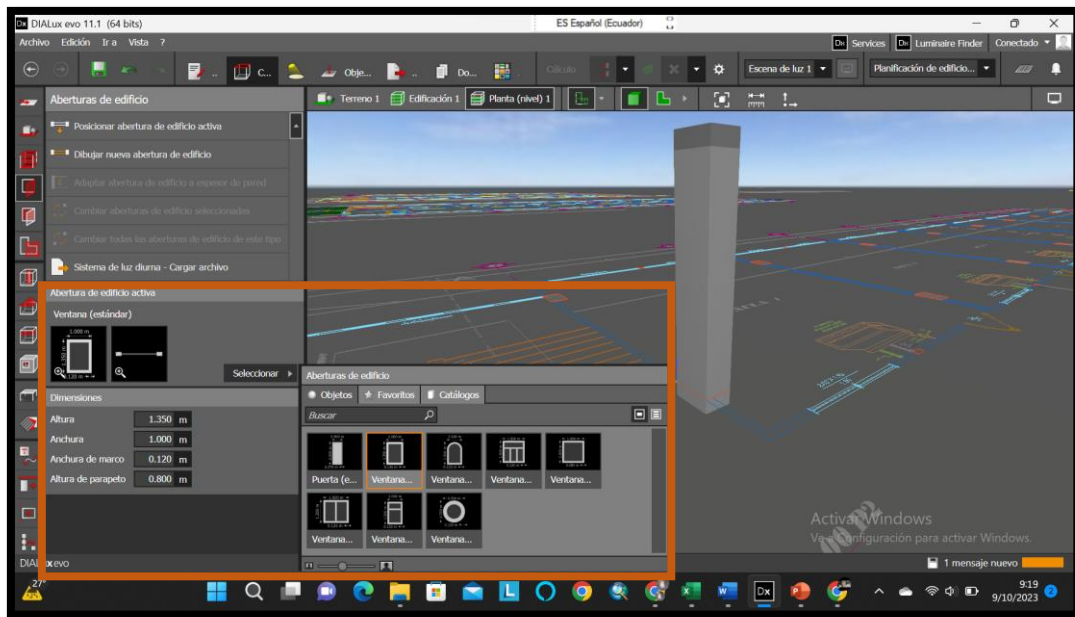


Figura 108. Puerta y ventanas agregadas del aula en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

4.2.6. Paso Número 6: Importación de materiales en 3D formato 3DS (.3ds).

Para lograr importar materiales en 3D y convertirlo en el formato requerido se debe usar programas externos para la conversión tal como se detalla en [29], y en la figura 109 se ilustra un ejemplo de la conversión de formato.

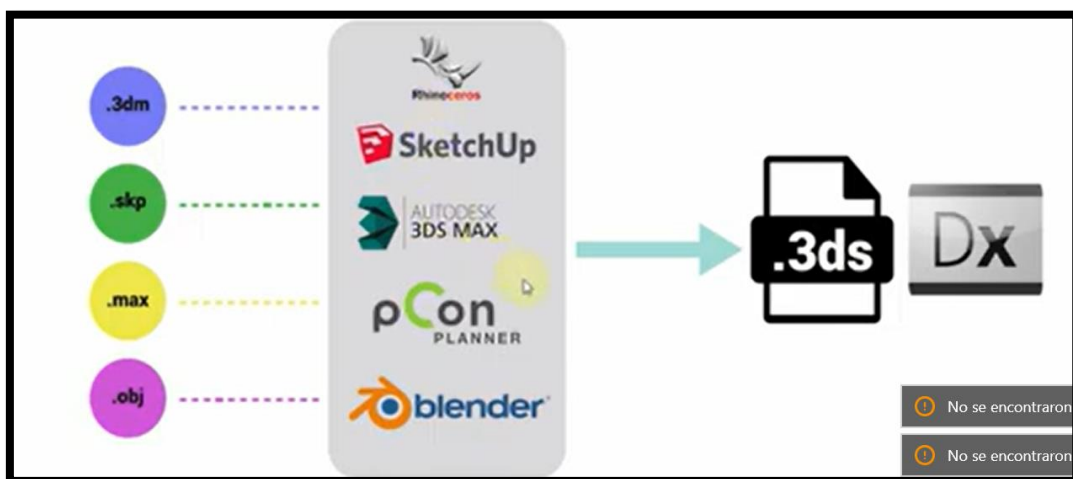


Figura 109. Conversión de formatos para los modelos 3D usados en el software DIALux EVO.

Fuente: [29].

Existen diversas páginas web donde se pueden descargar un sin número de modelos en 3D como, por ejemplo, en [30] cuyos modelos en 3D se presentan en la figura 110.

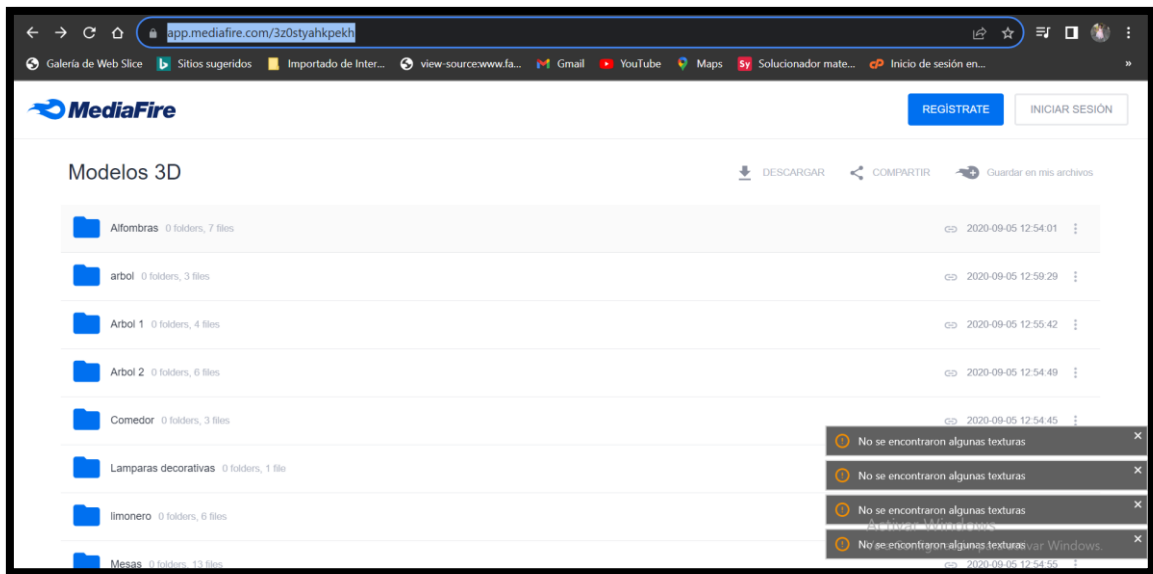


Figura 110. Modelos en 3D para ser usados en el software DIALux EVO.

Fuente: [30].

Existen diversos modelos que pueden llegar a ser objetos e inclusive animales tal como se detalla en la figura 111.

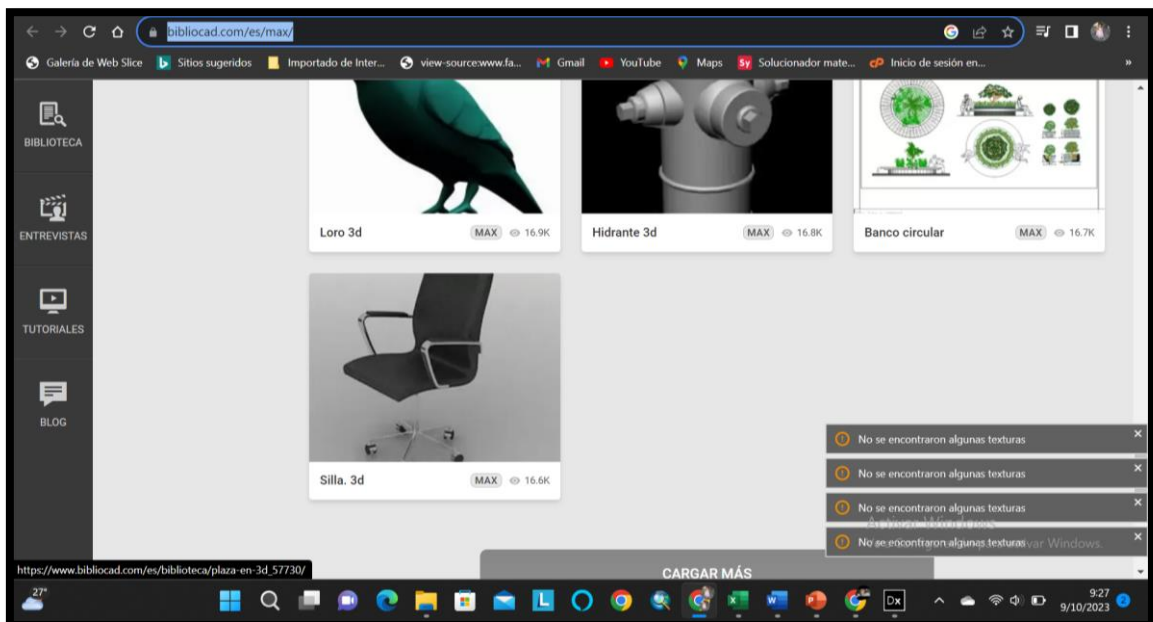


Figura 111. Modelos en 3D para ser usados en el software DIALux EVO.

Fuente: [30].

Una vez agregado los modelos se procede a cargar los muebles y objetos tal como se da a conocer en la figura 112.

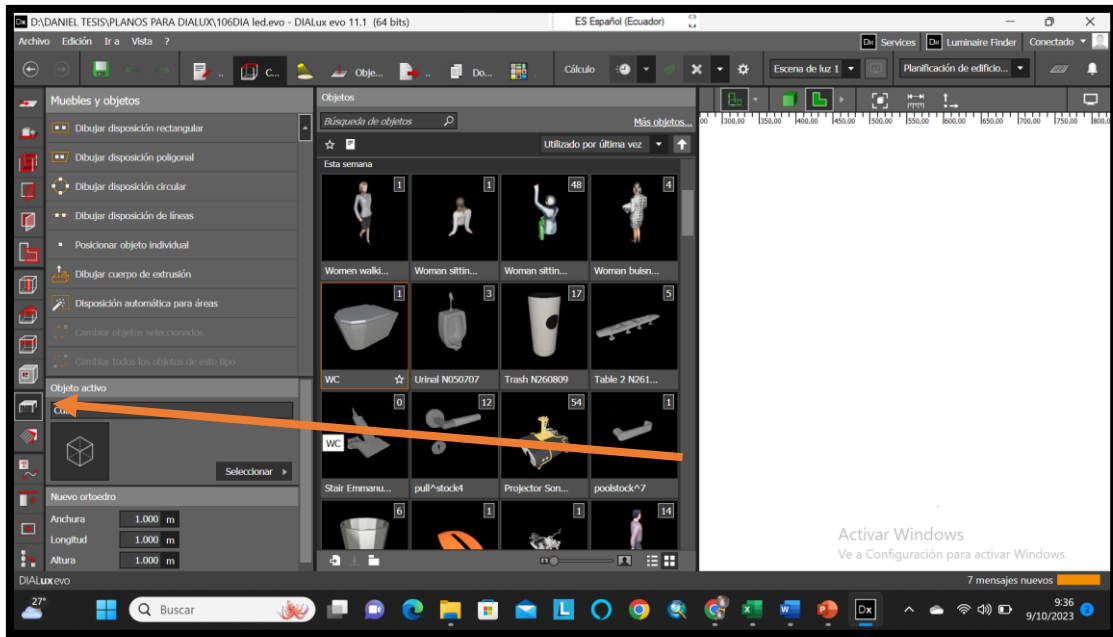


Figura 112. Se cargan los muebles y objetos en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una vez agregado los muebles y objetos, se procede a añadir las texturas tal como se indica en la figura 113.

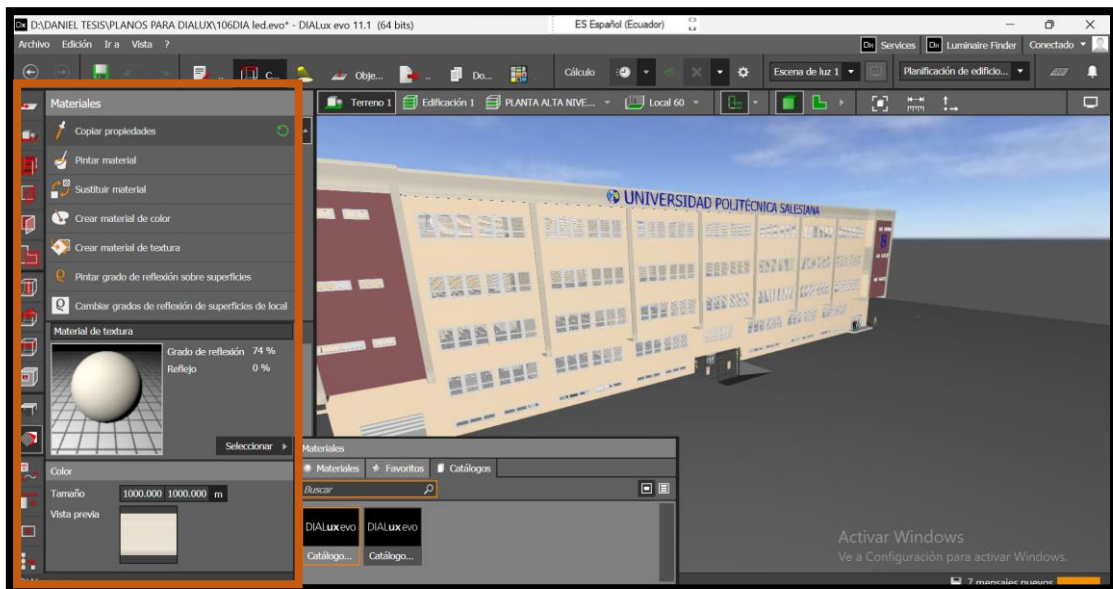


Figura 113. Se añaden las texturas de los materiales en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una vez realizado el diseño del proyecto, se procede a agregar la iluminación necesaria, y si en el caso no se encuentra en los catálogos del DIALux EVO, se procede a buscar en algún navegador los “Plugin” de lámpara indica y se procede a instalarla tal como se da a conocer en [31]. En la figura 114 se presentan los “Plugin” para ser instalados en el software de DIALux EVO.



Figura 114. “Plugin” para ser instalados en el software DIALux EVO.

Fuente: [31].

Una vez agregado los “Plugin” se verifica la disposición automática para las áreas asignadas, tal como se observa en la figura 115.

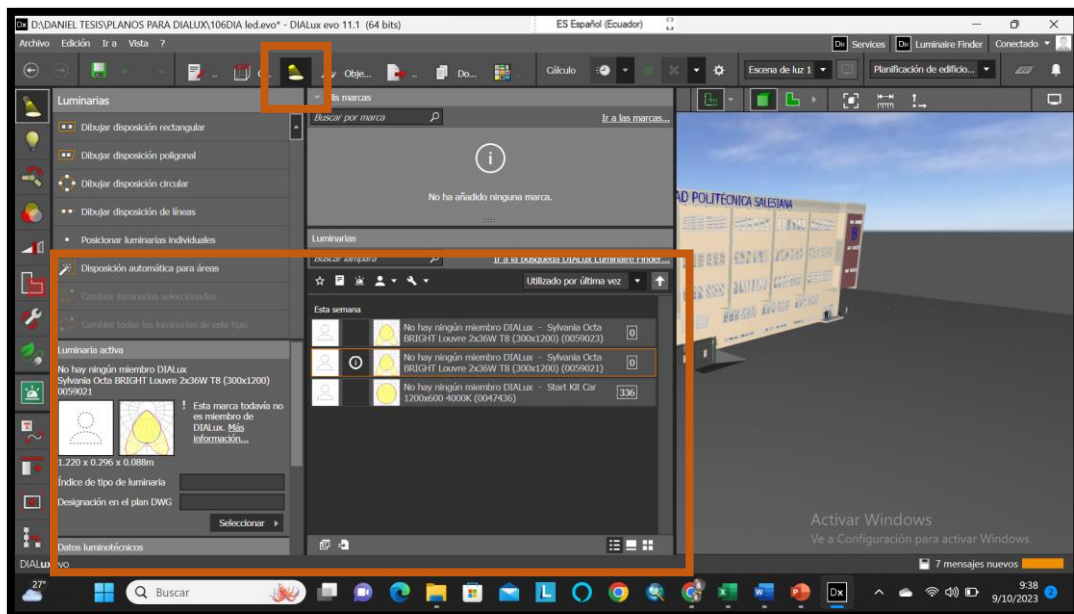


Figura 115. “Disposición automática para las áreas en el software DIALux EVO.

Fuente: [31].

Posteriormente se selecciona el escenario si es con o sin luz diurna (escenario de día o de noche), tal como se ilustra en la figura 116.

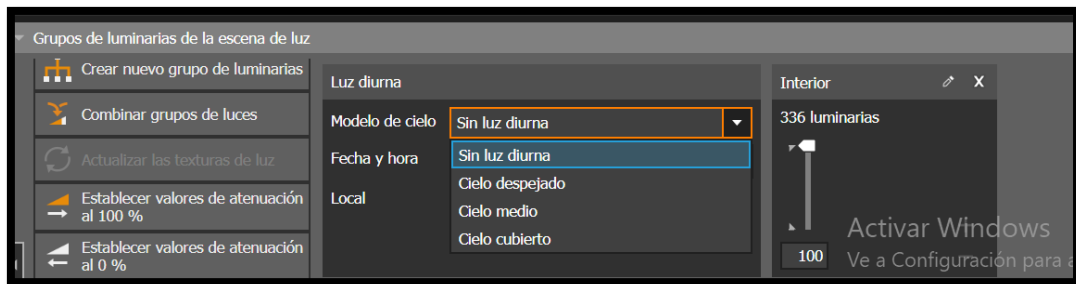


Figura 116. Se selecciona el modelo de cielo si es con o sin luz en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una vez selecciona el tipo de luz se define el grupo de luminarias tal como se muestra en la figura 117.

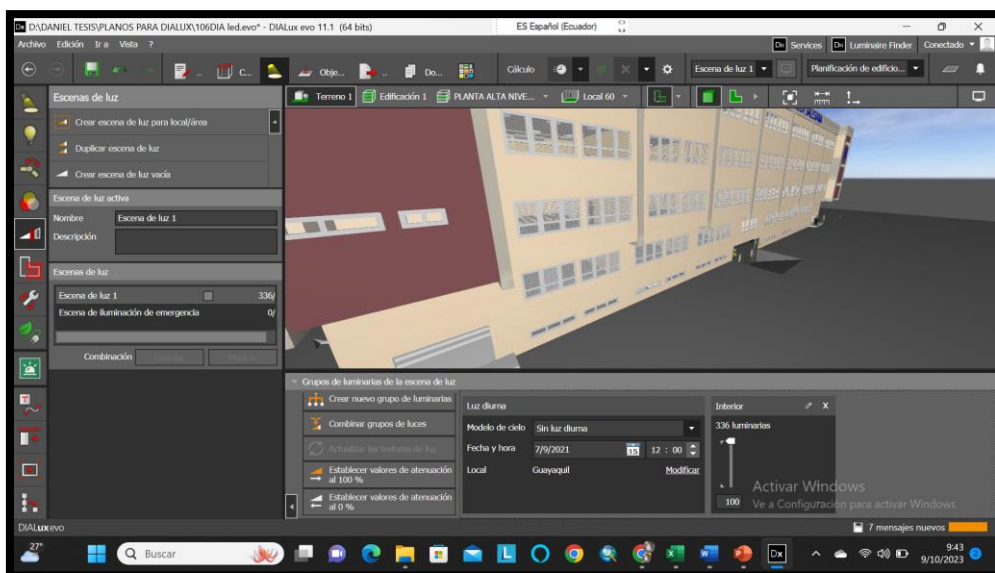


Figura 117. Se selecciona el grupo de luminarias en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una vez culminado el grupo de luminarias se procede a realizar el cálculo necesario tal como se detalla en la figura 118.

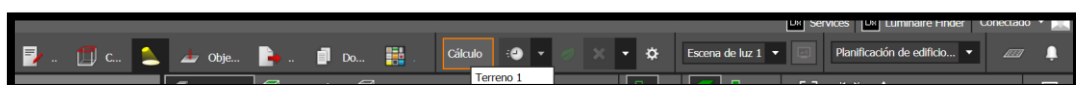


Figura 118. Se procede a realizar el cálculo en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

4.2.7. Paso Número 7: Ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.

Una vez definidos los cálculos se procede a verificar el progreso mediante las indicaciones del total y la escena de luz 1, tal como se da a conocer en la figura 119.

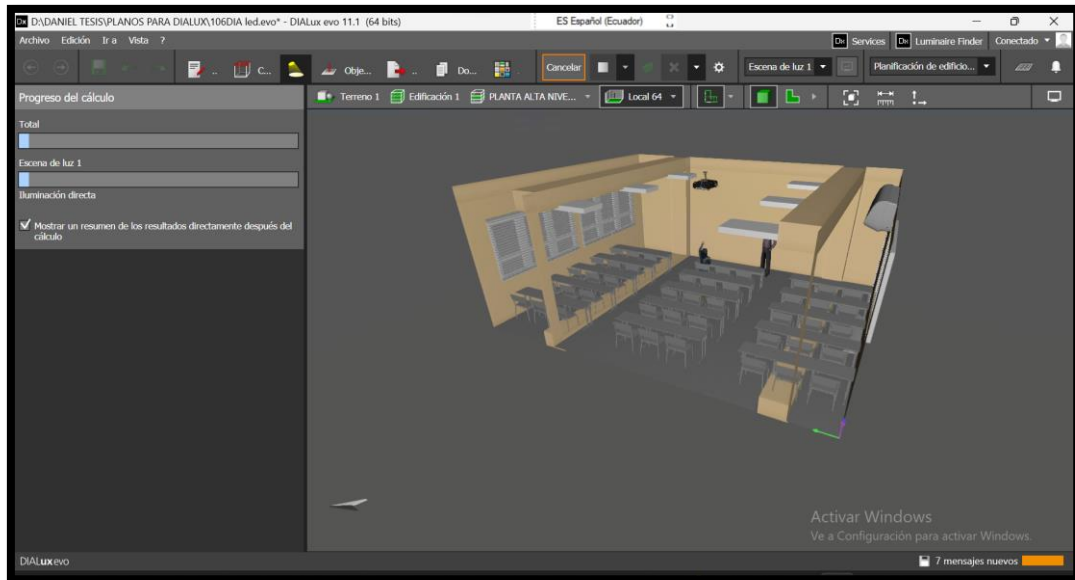


Figura 119. Progreso del cálculo del grupo de luminarias en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Hay que acotar que mientras más complejo sea el diseño del proyecto, la ejecución demorará un tiempo determinado, es por este motivo que se recomienda tener una laptop con alta capacidad para evitar tiempos largos de ejecución, en la figura 120 se indica que el proyecto terminó con su tiempo de ejecución.

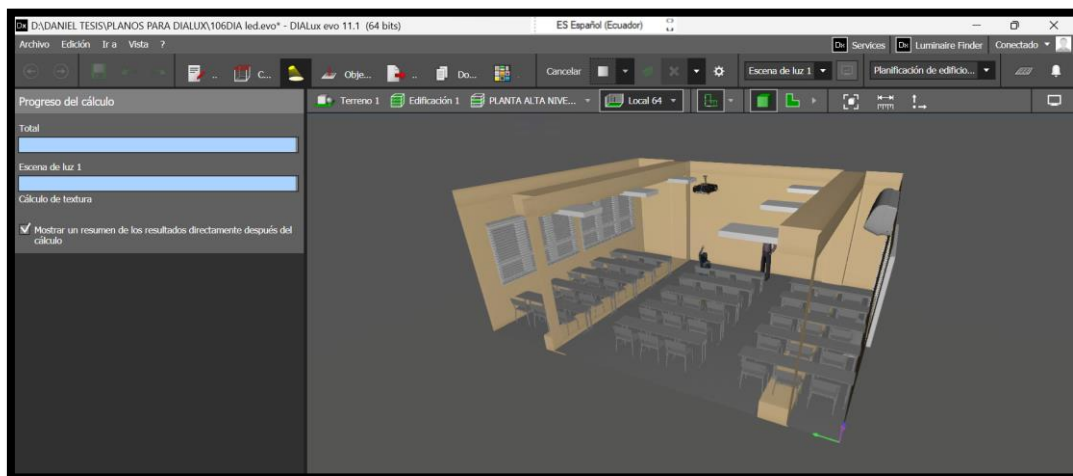


Figura 120. Culminación de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una vez realizado el cálculo se logra observar una superficie generada denominada plano útil dando una iluminancia perpendicular tal como se presenta en la figura 121.

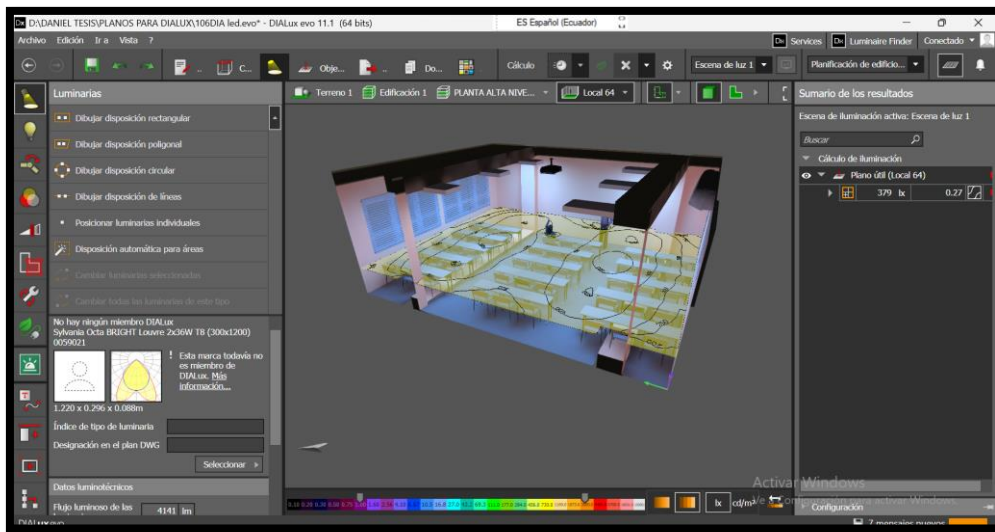


Figura 121. Superficie generada con iluminación perpendicular luego de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

4.2.8. Paso Número 8: Resultados finales de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.

Una vez finalizada la ejecución del proyecto se logra verificar algunos cálculos desde una vista superior tal como se observa en la figura 122.

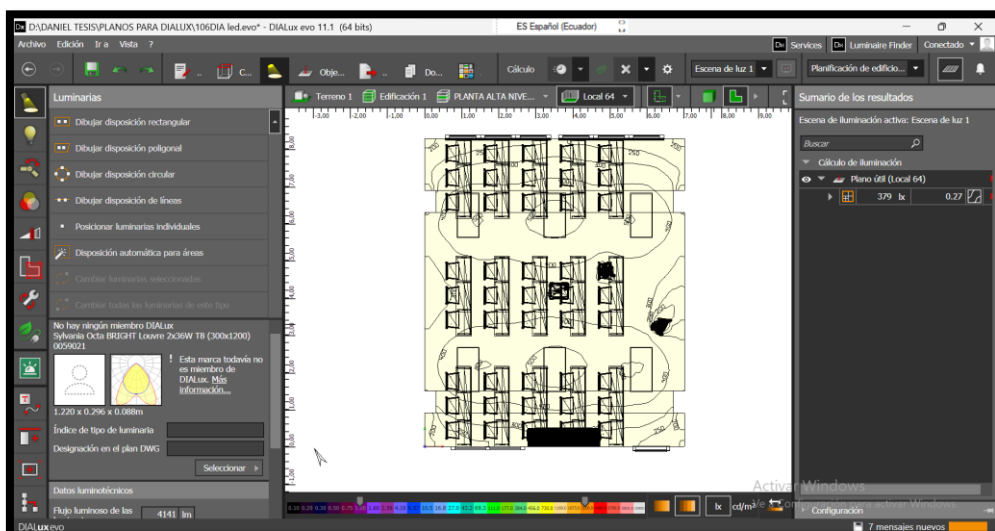


Figura 122. Vista superior del resultado final de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una de las grandes ventajas del software DIALux EVO es que cuando se termina la ejecución de un proyecto, el software emite un archivo en PDF de los cálculos realizados en todo el proyecto tal como se ilustra en las figuras 123 y 124.

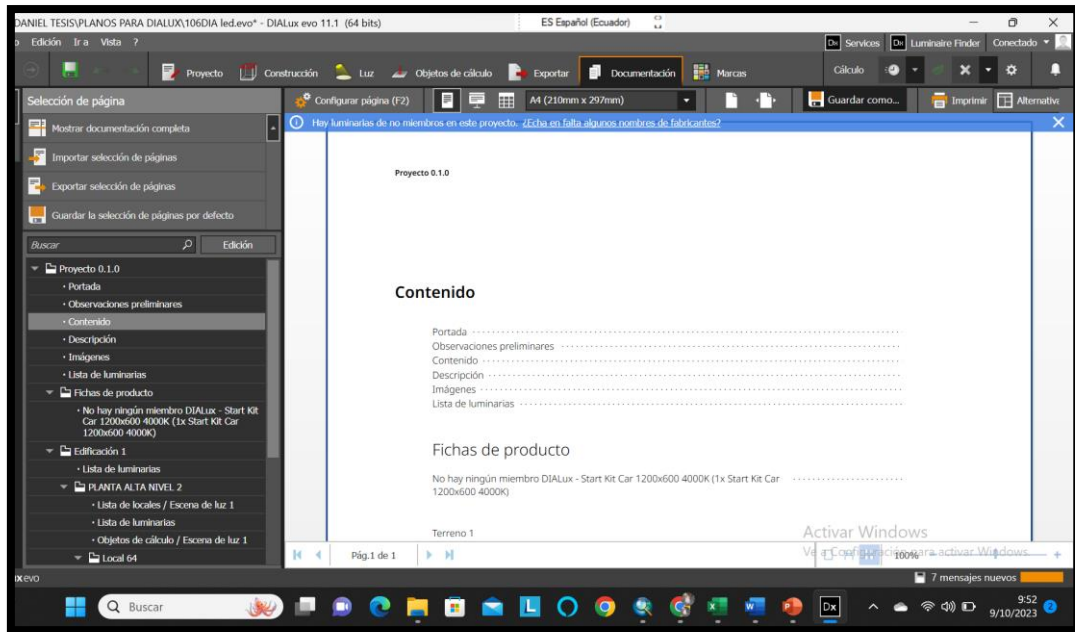


Figura 123. Documentación principal de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

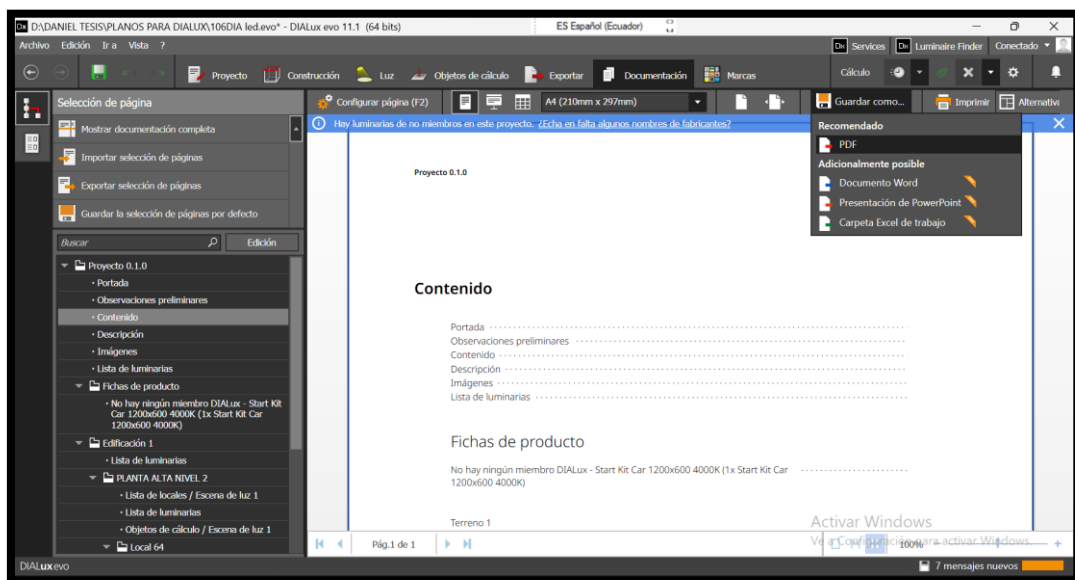


Figura 124. Documento en PDF de los resultados de la ejecución del proyecto en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

Una vez seleccionado el formato del archivo en PDF, se debe abrir el archivo con algún software que permita ejecutar y visualizar el archivo exportado en PDF. Con esto se logra visualizar los resultados del proyecto tal como se muestra en las figuras 125 y 126.

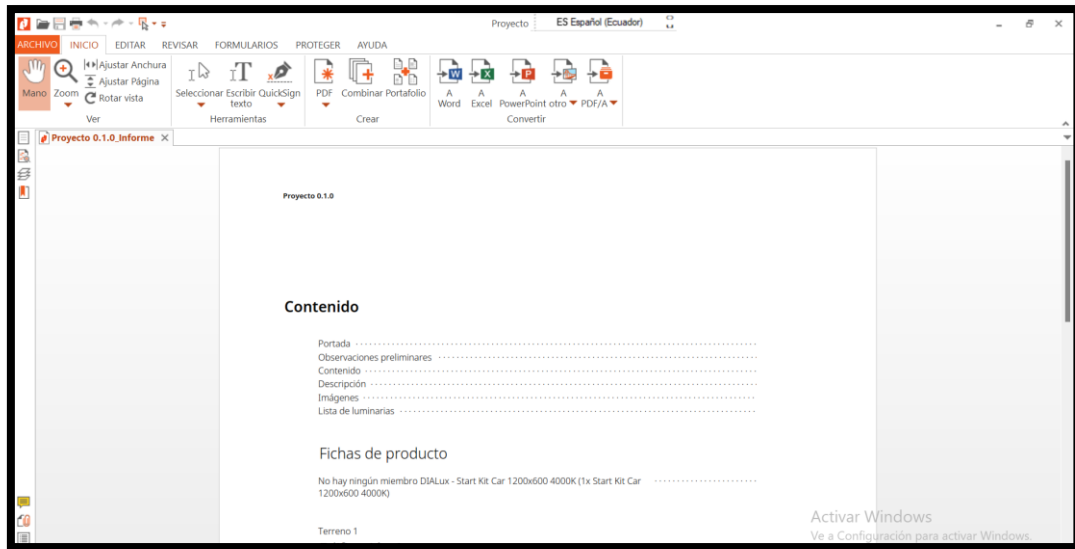


Figura 125. Página inicial del archivo exportado en PDF del proyecto en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

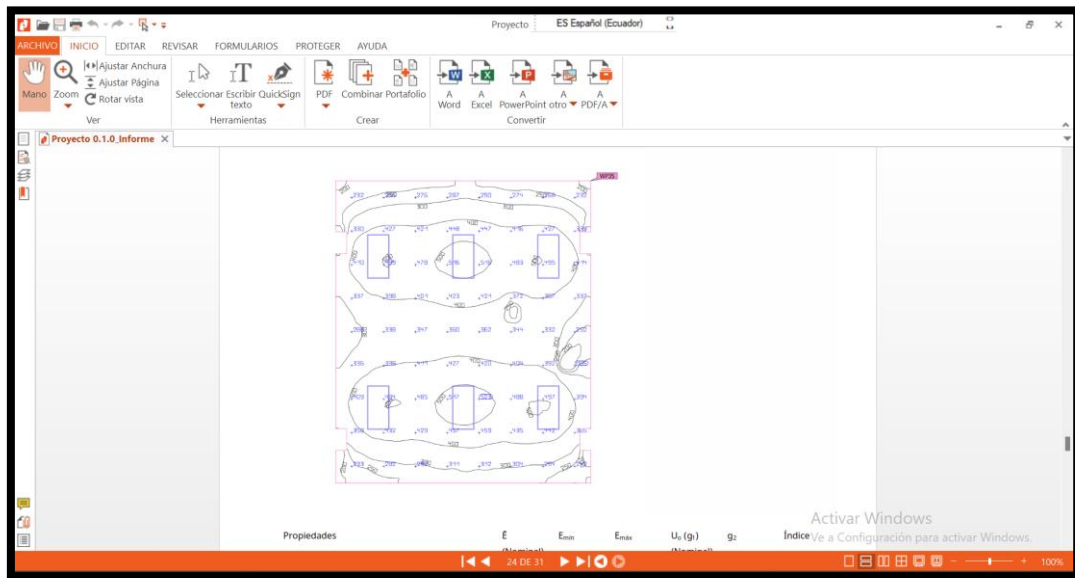


Figura 126. Verificación de resultados en el archivo PDF del proyecto en el software DIALux EVO.

Fuente: El autor.

CAPÍTULO V

5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

No.	Actividades	may-23				jun-23				jul-23				ago-23				sep-23				oct-23							
		SEMANAS																											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	ELABORACIÓN DEL ANTEPROYECTO Y TRÁMITE DE DOCUMENTOS REQUERIDOS																												
2	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE LA ILUMINACIÓN INSTALADA EN LABORATORIOS																												
3	INVESTIGACIÓN DIALUX EVO																												
4	COTIZACIÓN DE LOS MATERIALES																												
5	INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DIALUX EVO Y MANEJO DE PLATAFORMAS																												
6	REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS SOBRE EL TEMA DEL PROYECTO																												
7	REDACCIÓN DEL DOCUMENTO DEL PROYECTO DE TITULACIÓN																												
8	REVISIÓN DE BORRADOR CON SUS RESPECTIVAS CORRECCIONES Y ARREGLOS DEL PROYECTO DE TITULACIÓN																												
9	PROCESO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO																												
10	TRÁMITES DE DOCUMENTACIÓN Y SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO																												
11	PREPARACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN																												

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. CONCLUSIONES.

- ✓ Se determinó la eficiencia energética mediante las evaluaciones y los diversos efectos en los espacios físicos como son las aulas y laboratorios en el bloque B, de la UPS, Sede GYE, Campus Sur Centenario.
- ✓ Mediante las investigaciones previas se determinó que las luminarias de tipo LED logran una mejor satisfacción a los estudiantes, docente y personal de la UPS.
- ✓ Con las simulaciones con el software de DIALux EVO se determina que las luminarias de tipo LED son de mejor eficiencia que las luminarias de tipo fluorescente.
- ✓ Las simulaciones con los escenarios de día y de noche, si tienen una leve diferencia con respecto a los lúmenes y eso se debe a que en el día nos facilitamos con la luz emitida por el sol.
- ✓ Al realizar proyectos de mediana y gran escala con el software del DIALux EVO se concluye que para una rápida simulación se debe de tener una mayor capacidad de almacenamiento y velocidad de la laptop donde se desee ejecutar este tipo de proyecto, además se determina que los costos energéticos emitidas por las luminarias LED son aún más económico con respecto a las luminarias actuales que son de tipo fluorescente.
- ✓ Realizar una guía práctica es de suma importancia cuando se realiza un trabajo de titulación con modalidad de proyecto técnico, dado que esto ayuda al lector a investigar y realizar algún proyecto usando este tipo de luminarias en algún espacio físico.

6.2. RECOMENDACIONES.

6.2.1. Recomendaciones a los estudiantes.

- ✓ Los estudiantes que se animen a realizar proyectos técnicos o de desarrollo de esta índole, se les recomienda que de primera instancia deberán realizar un correcto levantamiento de información para lograr un correcto y eficiente proyecto con sus cálculos y simulaciones.
- ✓ Capacitarse en el uso del software de DIALux EVO para que tengan facilidad y destreza al momento de realizar las simulaciones de varios escenarios con diversos tipos de luminarias.

6.2.2. Recomendaciones a la carrera de Ingeniería en Electricidad.

- ✓ Incentivar a los estudiantes de últimos semestres a realizar proyectos técnicos con el uso del software de DIALux EVO para que puedan finalizar su etapa universitaria, dado que el software es amigable y sencillo de usar.
- ✓ Realizar un tipo de vinculación con la sociedad para lograr montar proyectos de iluminación óptica aplicando tecnología LED de última generación para que los estudiantes cumplan con uno de los requisitos como puede ser pasantías o prácticas preprofesionales, dado que necesitan de ese requisito para terminar el proceso de graduación

6.2.3. Recomendaciones a la UPS – Sede GYE, Campus Sur Centenario.

- ✓ Recomendar a diversas entidades como pueden ser; tecnológicas, educativas o empresariales, realizar este tipo de proyecto de iluminación con el uso del software de DIALux EVO, con el fin de que los estudiantes busquen esta alternativa de graduación con modalidad de proyecto técnico, para que cumplan con uno de los requisitos para terminar el proceso de graduación.

CAPÍTULO VII

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] J. Sánchez, «Ecología Verde,» Link to Media, 14 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.ecologiaverde.com/cual-es-la-importancia-de-la-luz-solar-para-los-seres-vivos-1394.html>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [2] Á. Ruiz del Real, «Tres consejos para optimizar la iluminación en la oficina,» Sedus What's Up?, 01 Febrero 2023. [En línea]. Available: <https://whats-up.sedus.com/es/tres-consejos-para-optimizar-la-iluminacion-en-la-oficina/>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [3] ICQO, «Cuida de tu vista con una buena iluminación,» © All Rights Reserved, 03 Abril 2023. [En línea]. Available: <https://icqo.org/2023/04/03/como-cuidar-de-la-vista-con-una-buena-iluminacion/>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [4] Solid Power LED, «Enfermedades más comunes por una mala iluminación en el trabajo,» Iluminación profesional, 07 Junio 2022. [En línea]. Available: <https://solidpowerled.com/enfermedades-mas-comunes-por-una-mala-iluminacion-en-el-trabajo/>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [5] Google Maps, «Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campus Centario,» Google Maps, 15 Agosto 2023. [En línea]. Available: <https://www.google.com.ec/maps/place/Universidad+Polit%C3%A9cnica+Salesiana+-+Guayaquil/@-2.220199,-79.8871801,19.5z/data=!4m6!3m5!1s0x902d6e4fced73235:0xb76f5008ec6c4345!8m2!3d-2.2201494!4d-79.8866849!16s%2Fg%2F1hc6d1px9>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [6] M. N. Mora Delgado, «Análisis técnico y económico de la migración a un sistema de iluminación LED alimentado por paneles fotovoltaicos en los salones de clase de la Facultad Técnica,» 08 Marzo 2018. [En línea]. Available:

- <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10157>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [7] L. F. Torres Manzano, «Diseño de iluminación eficiente y electrificación de un edificio residencial.,» 17 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15534>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [8] B. S. Malagón Revilla y H. F. Sánchez Tituana, «Diseño de un sistema de iluminación para el estadio Valeriano Gavinelli Bovio de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca utilizando tecnología LED y sistemas fotovoltaicos,» Octubre 2021. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21219>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [9] A. S. Gómez León, «Sistema de alumbrado público intervenido basado en tecnología LED para la av. De los Cofanes en la parroquia Lumbaqui perteneciente al GAD Municipal del cantón Gonzalo Pizarro,» Marzo 2022. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22212>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [10] D. F. Cedillo Arévalo y G. S. Chocho Rojas, «Análisis de los sistemas de iluminación utilizados en los sitios recreativos, en zonas de presencia delictiva de la ciudad de Cuenca,» 21 Abril 2022. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22488>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [11] FARO Barcelona, «Luminotecnia: qué es y para qué sirve,» FARO , 13 Octubre 2021. [En línea]. Available: <https://faro.es/es/blog/luminotecnia/>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [12] Samolotov, «Luxómetro, ¿Qué es, uso y Precio?,» Materiales para laboratorio, 05 Octubre 2019. [En línea]. Available:

<https://www.materialdelaboratorio.top/luxometro/>. [Último acceso: 25 Agosto 2023].

- [13] Energías Renovables, «Beneficios de la iluminación LED, la luz que cuida el medio ambiente,» El periodismo de las energías limpias, 26 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.energias-renovables.com/eficiencia/beneficios-de-la-iluminacion-led-la-luz-20210225>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [14] TACHYON®, «Estándar de iluminación y calidad de iluminación,» Posteadó en LED Knowledge, 18 Julio 2022. [En línea]. Available: <https://tachyonlight.com/estandar-de-iluminancia-y-calidad-de-iluminacion/>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [15] Federópticos, «La Importancia de la Luz para la Visión,» Cuidamos de tu salud visual, 14 Mayo 2023. [En línea]. Available: <https://www.federopticos.com/la-importancia-de-la-luz-para-la-vision/>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [16] F. Arauz, «¿Cómo lograr el confort lumínico en una casa?,» El Oficial Información que construye, 23 Julio 2019. [En línea]. Available: eloficial.ec/como-lograr-el-confort-luminico-en-una-casa/. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [17] M. Heras, «¿Sabes por qué la luz natural mejora tu salud y te hace más productiva?,» VOGUE, 15 Noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://business.vogue.es/tendencias/articulos/sabes-por-que-la-luz-natural-mejora-tu-salud-y-te-hace-mas-productiva/672>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [18] M. Palomares, «¿Qué color de luz LED es mejor?,» Igan, 13 Enero 2023. [En línea]. Available: <https://www.igan-iluminacion.com/blog/que-color-de-luz-led-es-mejor/>. [Último acceso: 25 Agosto 2023].
- [19] Iluminica, «Conociendo las normas internacionales sobre iluminación,» ILUMINICA, 21 Febrero 2020. [En línea]. Available: <http://iluminica.com/conociendo-las-normas-internacionales-sobre-iluminacion/>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].

- [20] NEC-2018, «Norma Ecuatoriana de la Construcción,» EFICIENCIA ENERGÉTICA en Edificaciones, Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-HS-EE-Final.pdf>. [Último acceso: 25 Noviembre 2023].
- [21] G. Westreicher, «Ahorro energético,» Economipedia®, 01 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/ahorro-energetico.html>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [22] Montegar, «¿CÓMO PLANIFICAR LA ILUMINACIÓN DE UNA ESTANCIA?,» MEG, 30 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://montegar.es/como-planificar-la-iluminacion-de-una-estancia/>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [23] S. Roper Portillo, «Qué es la eficiencia energética: definición y ejemplos,» Ecología verde, 03 Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-eficiencia-energetica-definicion-y-ejemplos-2804.html>. [Último acceso: 25 Agosto 2023].
- [24] Academia de Diseño, «¿Qué es DIALux Evo?,» Academia de Diseño, 01 Febrero 2022. [En línea]. Available: <https://academiadedisenio.com/2022/02/01/que-es-dialux-evo/>. [Último acceso: 24 Agosto 2023].
- [25] BEHA-AMPROBE®, «Intronica,» Beha-Amprobe®, 2019. [En línea]. Available: https://www.intronica.com/storage/1640722943LM-100_LM-120_Datasheet-6013221A-ES-w.pdf. [Último acceso: 08 Septiembre 2023].
- [26] INSST, «Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo,» UE23, 2023. [En línea]. Available: <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/factores-ambientales/iluminacion>. [Último acceso: 24 Septiembre 2023].

- [27] DIALux EVO, «Google,» 2023. [En línea]. Available: https://www.google.com/search?q=dialux+evo&rlz=1C1VDKB_esEC1073EC1073&oq=DIAL&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqCQgBECMYJxiKBTIGCAAQRRg5MgkIARAJGccYigUyCggCEAAysQMYgAQyCggDEAAysQMYgAQyCggEEAAysQMYgAQyBggFEEUYPDIGCAYQRRg8MgYIBxBFGDzSAQgyNjYwajBqN6gCALACAA&sourceid=chrom. [Último acceso: 11 Octubre 2023].
- [28] DIALux EVO, «DIALux EVO,» DIALux EVO, 2023. [En línea]. Available: <https://www.dialux.com/es-ES/descargar>. [Último acceso: 11 Octubre 2023].
- [29] Dx .3ds, «YouTube,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=yh4OaaABPLc>. [Último acceso: 12 Octubre 2023].
- [30] Media Fire, 2023. [En línea]. Available: <https://app.mediafire.com/3z0styahkpekh>. [Último acceso: 12 Octubre 2023].
- [31] DIALux EVO , «Sylvania Lighting,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.sylvania-lighting.com/es-es/portales/dialux/>. [Último acceso: 12 Octubre 2023].
- [32] PHILCO, «Ficha Técnica Fluorescentes Lineales T8,» 2019. [En línea]. Available: <https://luminaria.com.mx/wp-content/uploads/2018/10/Ficha-T%C3%A9cnica-Tubo-Fluorescente-32-Watts-T8-6500K-Philco-50866-50852.pdf>. [Último acceso: 22 Septiembre 2023].
- [33] SYLVANIA, «Características del panel LED 1200X600 NW,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.sylvania-lighting.com/product/es-es/products/0047432/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2023].

ANEXOS

1. Ficha Técnica del Fotómetro LM-100 / LM-120.


www.beha-amprobe.com

LM-100 y LM-120

Medidores de luz en lux o pies-candelas

Los medidores de doble escala miden la luz visible de diversos tipos de iluminación
 Los luxómetros LM-100 y LM-120 de Beha-Amprobe miden la luz visible procedente de fuentes fluorescentes, de haluro metálico, de sodio de alta presión o incandescentes. Estos luxómetros digitales portátiles y fáciles de usar están diseñados para realizar lecturas simples con una sola mano en lúmenes (lx) o pies-candelas (fc). Los LM-100 y LM-120 miden un amplio rango de luz hasta 20.000 fc o 200.000 lx con una resolución alta y precisa de 0,01 fc/0,1 lx. El LM-120 dispone de rango automático y manual, además de la capacidad de ajuste de cero de la lectura antes de realizar una medida.

Utilice los luxómetros LM-100 y LM-120 para medir el nivel de iluminación en interior y para apagar, reducir o aumentar el nivel de salida de las lámparas. Reduzca el consumo de energía del edificio aumentando significativamente la eficiencia de su sistema de iluminación.

Un lux es la iluminación que genera una lámpara de una candela perpendicular a una superficie de un metro cuadrado a una distancia de un metro. Un pie-candela (fc) es la iluminación que genera una lámpara de una candela perpendicular a una superficie de un pie cuadrado a una distancia de un pie. 1 fc = 10,764 lx y 1 lx = 0,09290 fc.

Características

- **Medidas en lux o fc**, el panel delantero se puede cambiar
- **Rango de medida** de 200.000 lx o 20.000 fc
- **Filtro y sensor de fotodiodo de silicio**
- **Retención de datos** para mantener la lectura en la pantalla digital
- **Capacidad MÁXIMA** para mostrar valores máximos (LM-100)
- **Capacidad MÍNIMA/MÁXIMA** para mostrar valores máximos y mínimos (solo LM-120)
- **Rango manual** (LM-100)
- **Rango manual y automático** (LM-120)
- **Ajuste de cero** para restablecer la visualización antes de una lectura (solo LM-120)
- **Desconexión automática** para ahorrar batería (solo LM-120)
- **Tapa protectora del sensor**
- **Pantalla grande de 3 1/2 dígitos**



LM-100
Luxómetro con rango automático

CE 



LM-120
Luxómetro con rango automático

CE 

Certificación de seguridad    

Todos los instrumentos Beha-Amprobe, incluido el Beha-Amprobe LM-120, se han sometido a rigurosas pruebas de seguridad, precisión, fiabilidad y resistencia en nuestros modernos laboratorios de pruebas. Además, los productos Beha-Amprobe que miden la electricidad están certificados por un laboratorio externo de seguridad (UL o CSA). Este sistema garantiza que los productos Beha-Amprobe cumplen o superan las normas de seguridad y seguirán funcionando en exigentes entornos profesionales durante muchos años.

©2019 Beha-Amprobe® 6013221A-es

Beha-Amprobe®
Division of Fluke Corp. (USA)
c/o Fluke Europe BV

Fluke Deutschland GmbH
In den Engematten 14
79286 Glottertal
Tel. +49 (0) 7684 - 8009-0
info@beha-amprobe.de
beha-amprobe.de

Fluke Europe BV
Science Park Eindhoven
5110 NL-5692 EC Son
The Netherlands
Tel. +31 (0) 40 267 51 00
beha-amprobe.com

Fluke Precision Measurement Ltd.
52 Hurricane Way
NR6 6 JB United Kingdom
E-Mail: info@beha-amprobe.co.uk
beha-amprobe.com

Figura 127. Ficha Técnica del Fotómetro LM-100 / LM-120 Página 1 de 2.

Fuente: [25].



Especificaciones	LM-100	LM-120
Sensor	Fotodiodo de silicio y filtro	
Rango	200, 2000, 20.000, 200.000 lx 20, 200, 2000, 20.000 fc	20, 200, 2000, 20.000, 200.000 lx 20, 200, 2000, 20.000 fc
Pantalla	Pantalla de cristal líquido (LCD) de 3 1/2 dígitos con un valor máximo de lectura de 1999	
Velocidad de muestreo	2,5 veces por segundo en la pantalla digital	
Polaridad	Automática, positiva implícita, indicación de polaridad negativa	
Fuera de rango	Se indica con (OL) o (-OL)	
Ajuste de cero	-	•
Indicación de batería baja	Se muestra el símbolo "E" cuando la tensión de la batería cae por debajo del nivel de funcionamiento	
Temperatura/humedad	Funcionamiento -10 °C a 50 °C (14 °F a 122 °F); 0 a 80% de humedad relativa Almacenamiento -10 °C a 50 °C (14 °F a 122 °F); de 0 a 70% de humedad relativa	
Altitud/entorno	2000 m, funcionamiento en interior	
Precisión	± 3% (calibrado conforme a una lámpara incandescente estándar a 2854 K) 6% con otras fuentes de luz visible	
Funcionamiento	-10 °C a 50 °C (14 °F a 122 °F); 0 a 80% de humedad relativa	
Almacenamiento	-10 °C a 50 °C (14 °F a 122 °F); 0 a 70% de humedad relativa	
Alimentación	Batería JIS 006P, IEC 6F22, NEDA 1604 de 9 V	
Autonomía de la batería	200 h	
Desconexión automática	-	Aproximadamente 6 minutos
Dimensiones (base)	130 x 63 x 38 mm (5,1 x 2,5 x 1,5")	
Dimensiones (sensor)	80 x 55 x 29 mm (3,2 x 2,2 x 1,1")	
Peso	220 g (0,48 libras), incluida la batería	
Certificaciones y aprobaciones de organismos	CE - EMC EN61326-1	

Incluye: Luxómetro LM-100/LM-120, batería de 9 V, estuche de transporte, manual de usuario.



Serie de luxómetros

	LM-100	LM-120
Rango	Manual	Automático/manual
Sensor de iluminación	Fotodiodo de silicio y filtro	
Punto de calibración	Coseno angular de 2854 K corregido conforme a las especificaciones generales de clase A JIS C 1609:1993 y CNS 5119	Coseno angular de 2854 K corregido conforme a las especificaciones generales de clase A JIS C 1609:1993 y CNS 5119
Datos	Retención de datos, valores máximos	Retención de datos, valores mínimos/máximos
Ajuste de cero	-	•

Para consultar todas las especificaciones y los manuales del producto, visite beha-amprobe.com.

Beha-Amprobe®
Division of Fluke Corp. (USA)
c/o Fluke Europe BV

Fluke Deutschland GmbH
In den Engematten 14
79286 Glottertal
Tel. +49 (0) 7684 - 8009-0
info@beha-amprobe.de
beha-amprobe.de

Fluke Europe BV
Science Park Eindhoven
5110 NL-5692 EC Son
The Netherlands
Tel. +31 (0) 40 267 51 00
beha-amprobe.com

Fluke Precision Measurement Ltd.
52 Hurricane Way
NR6 6 JB United Kingdom
E-Mail: info@beha-amprobe.co.uk
beha-amprobe.com

Figura 128. Ficha Técnica del Fotómetro LM-100 / LM-120 Página 2 de 2.

Fuente: [25].

2. Mediciones de los escenarios de día y noche.

2.1. Mediciones en los exteriores del Bloque B de día.



Figura 129. Valor de la primera medición en el exterior del Bloque B de día.

Fuente: El autor.



Figura 130. Valor de la segunda medición en el exterior del Bloque B de día.

Fuente: El autor.



Figura 131. Valor de la tercera medición en el exterior del Bloque B de día.

Fuente: El autor.

2.2. Mediciones en los espacios físicos del Bloque B de día.



Figura 132. Valor de una de las mediciones en el aula B408 de día.

Fuente: El autor.



Figura 133. Valor de una de las mediciones en el laboratorio B3 de día.

Fuente: El autor.

2.3. Mediciones en los espacios físicos del Bloque B de noche.



Figura 134. Valor de una de las mediciones en el aula B103 de noche.

Fuente: El autor.



Figura 135. Valor de una de las mediciones en el Laboratorio B1 de noche.

Fuente: El autor.

3. Fotografías del proceso del trabajo de titulación.



Figura 136. Medición de día en el Laboratorio B1 Esquina Izquierda.

Fuente: El autor.



Figura 137. Medición de día en el Laboratorio B1 Central.

Fuente: El autor.



Figura 138. Medición de día en el Laboratorio B2.

Fuente: El autor.

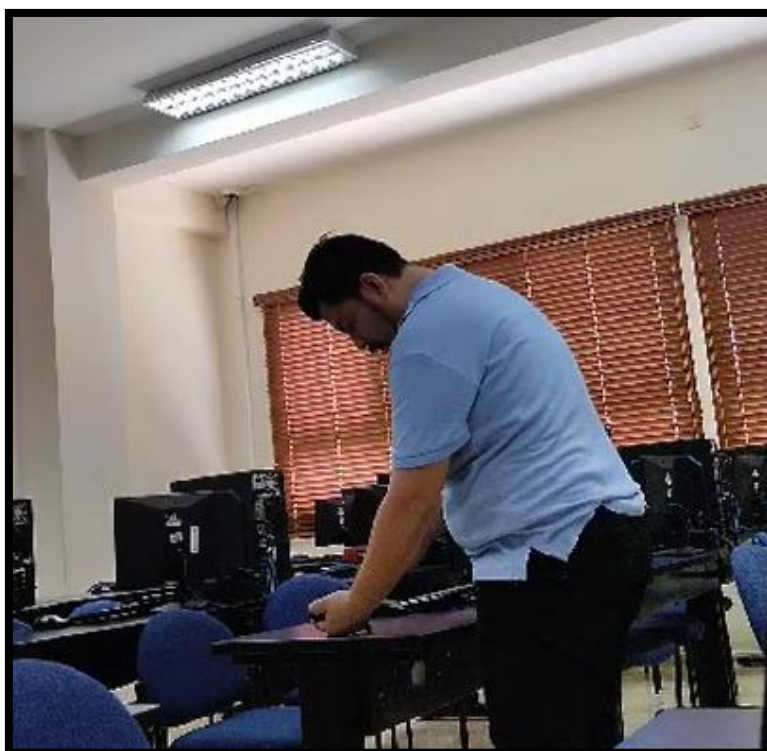


Figura 139. Medición de día en el Laboratorio B3.

Fuente: El autor.

4. Ficha Técnica de las luminarias.

4.1. Luminarias Fluorescentes.



Fluorescentes Lineales T8
50866/50852

Recomendaciones
No usar con atenuadores de luz.

Garantía
1 año por defecto de fabricación en condiciones normales de operación.


Aplicaciones
Ideal para usarse en; hospitales, hoteles, restaurantes, oficinas, bibliotecas, y aplicaciones residenciales, etc.

-Potencia: 32 W
-Temperatura de Color: 4 100 k (50852)
6 500 K (50866)
-Flujo luminoso: 2 700 lm
-Tubo: T8
-Base: G13
-Vida Promedio: 18 000 hrs
-Índice de Reproducción de Color: (IRC): 80

NOM



Longitud: 121.4 cm
Ancho: 2.6 cm



www.luminaria.com.mx
(81) 2163-6666 y 67
info@luminaria.com.mx




Cuidemos el Planeta

Figura 140. Ficha Técnica de la luminaria fluorescente lineal T8 de la marca PHILCO.


Fuente: [32].

4.2. luminarias LED.




Start Flat Panel LED - Luminarias de 1200x600mm

START FLAT PANEL LED 1200x600 NW
0047432



Características del producto

- Edge lit LED flat panel. 60 W, Neutral White, 4000 K, 5300 lumens, 88 lm/W, 50000 hours lifetime (L70), PMMA opal diffuser, aluminium frame, steel body, electronic non dimmable driver. (HxWxD) 10.5 x 1195 x 595 mm



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Nombre del producto	START FLAT PANEL LED 1200x600 NW
Tecnología	LED
Housing	Acero
Montaje	Montaje empotrado en el techo
Fixture rating	Cerrada
Environment	Interior
General application	Educación, Oficina
ETIM Class	EC002892
FI del número electrónico	4274378
SE del número electrónico	7013618
Garantía	5 años
Fixture luminous flux (lm)	5300
Eficacia luminosa	88
LOR (%)	100
Temperatura de color (K)	4000
Color de la luz	Blanco neutro
IRC (Ra)	80
Colour Consistency (SDCM)	3
Beam Angle (°)	120
Glare control	< 25
Grupo de riesgo fotobiológico	RG0
Consumo total de energía (W)	60
Electrical protection	Clase II
Tipo de sistema de control	Balasto electrónico
LED Flickering Rate	Ultra bajo (5% o menos)
Color de carcasa	Blanco
Clasificación IP	IP20
IK rating	IK05
Product EAN number	5410288474328

TABLA DE DATOS

Informacion General

© Feilo Sylvania | Fecha de impresión: 22 sep. 2023

Page 1 of 3

Figura 141. Ficha Técnica de la lámpara LED de la marca SYLVANIA Página 1 de 3.

Fuente: [33].

Start Flat Panel LED - Luminarias de 1200x600mm

START FLAT PANEL LED 1200x600 NW

0047432

Nombre del producto	START FLAT PANEL LED 1200x600 NW
Tecnología	LED
Housing	Acero
Montaje	Montaje empotrado en el techo
Fixture rating	Cerrada
Environment	Interior
General application	Educación, Oficina
Operating temperature range (°C)	-10°C...+40°C
ETIM Class	EC002892
FI del número electrónico	4274378
SE del número electrónico	7013618
Garantía	5 años

Datos ópticos

Fixture luminous flux (lm)	5300
Eficacia luminosa	88
LOR (%)	100
Temperatura de color (K)	4000
Color de la luz	Blanco neutro
IRC (Ra)	80
Colour Consistency (SDCM)	3
Cromaticidad ajustable	No
Beam Angle (°)	120
Distribution type	Direct
Glare control	< 25
Grupo de riesgo fotobiológico	RG0

Datos eléctricos

Consumo total de energía (W)	60
Tensión de red (V)	220-240V
Electrical protection	Clase II
Tipo de sistema de control	Balasto electrónico
Transformer required	Si
Drive current (mA)	2000
Corriente de irrupción (A)	13.9
Duración de irrupción	160
Glow Wire Test (°C)	650
LED Flickering Rate	Ultra bajo (5% o menos)

Datos físicos

Color de carcasa	Blanco
Clasificación IP	IP20
IK rating	IK05
Diffuser finish	Opal
Diffuser material	Acrílico PMMA
Acabado del reflector	Other
Largo (mm)	1195
Anchura (mm)	595
Nominal Product Height (mm)	10.5

Figura 142. Ficha Técnica de la lámpara LED de la marca SYLVANIA Página 2 de 3.

Fuente: [33].

Start Flat Panel LED - Luminarias de 1200x600mm START FLAT PANEL LED 1200x600 NW 0047432

Cutout Dimensions (W x L in mm or Diameter in mm)	595x1195
Peso (kg)	5.904
Recessed Depth (mm)	100

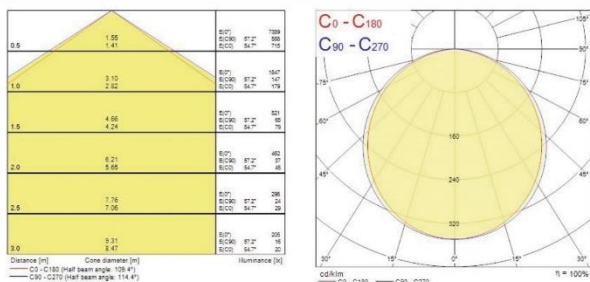
Empaquetado

Descripción del paquete	Carton
Product EAN number	5410288474328
Longitud del embalaje individual(cm)	129.3
Anchura única del embalaje (cm)	4.3
Packaging single depth (cm)	63.8
DUN14 (outer)	15410288474325
Cantidad del embalaje por cajas	1
Packaging outer length / height (cm)	129.3
Packaging outer width (cm)	4.3
Packaging outer depth (cm)	63.8

Información de seguridad

Condiciones óptimas de funcionamiento (°C)	-10-40
--	--------

FOTOMETRÍA



DIBUJOS TÉCNICOS



Figura 143. Ficha Técnica de la lámpara LED de la marca SYLVANIA Página 3 de 3.

Fuente: [33].